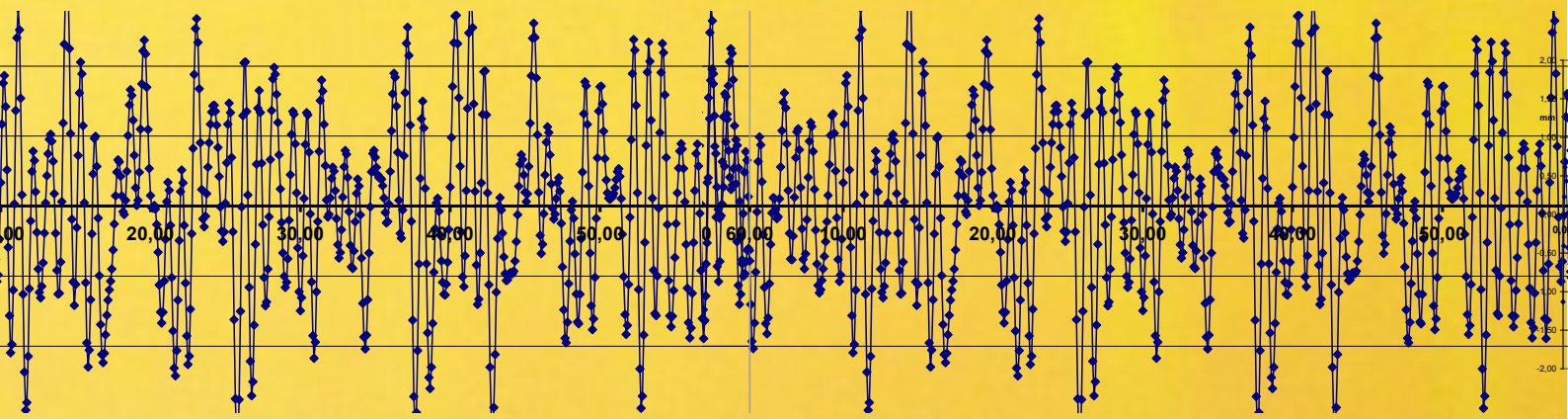
Jahrbuch der Druckingenieure 2009

Dörsam - Fuchs - Hars - Ruder - Schlötzer - Holderried-
Fritz - Urban - Schlegel - Hupp - Panshef - Schnabel - Cordes -
Walther - Fetter - Neudörfer - Starke - Schmitt-Lewen - Mohn

Gemeinsam die Zukunft gestalten



Die Print-Medienindustrie
Gestern, Heute und Morgen

Verein Deutscher Druckingenieure e.V

VEREIN DEUTSCHER DRUCKINGENIEURE E.V.

JAHRBUCH DER DRUCKINGENIEURE 2009

IMPRESSUM
Verein Deutscher Druckingenieure e.V.
Magdalenenstrasse 2
64289 Darmstadt
Telefon: 06151 /16 2132
Fax: 06151 /16 3632
E-Mail: kontakt@vdd-net.de
Internet: http://www.vdd-net.de

Redaktion:
Dr.h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried,
Prof. Dr.-Ing. Gunther Hübner
Dipl.-Ing. Boris Fuchs,
Dr. Karl Schaschek
Dipl.-Ing. Roger Starke
Dipl.-Ing. Rudolf Uhrig M.Sc.

Gestaltung und Herstellung:
Dr.h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried,

© Verein Deutscher Druckingenieure e.V.

Die Beiträge stellen ausschließlich die Meinung der Autoren dar.

INHALTSVERZEICHNIS

Prof. Dr.-Ing Edgar Dörsam, Darmstadt
Vorsitzender des VDD - Einführung 5

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal
Krisenmanagement im Druckmaschinenbau aus historischer Sicht 7

Die Geschichte des Niedergangs der amerikanischen Druckmaschinenindustrie 19

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hars, Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam
Die Geschichte von Lehre und Forschung für Druckmaschinen und Druckverfahren 25

Prof. Dr.-Ing. habil. Rudolf Ruder, Chemnitz
Ehrung der Verdienste von Prof. Heinz Adler beim Aufbau des Fachgebietes Polygrafische Technik in Chemnitz anläßlich seines 100. Geburtstages 357

Dipl.-Ing. Ralf Schlözer, M. Sc.
Digitaldruck – Geschichte und Gegenwart 43

Dr. h.c. Siegbert Holderried, Frankfurt
Vom graphischen Gewerbe zur Cross Media Industrie - Ein Blick in die Klamotenkiste der Branche 51

Prof. Dr.-Ing. Christoph Hars, Bielefeld
Der Zahnradantrieb in der Druckmaschine 65

Dr. Bernhard Fritz, Frankfurt
Bedeutung der Druckfarbe im Druckprozess 79

Dr. Philipp Urban, Darmstadt
Spectral-based Image Reproduction Workflow - From Capture to Print 83

Dr.-Ing. Gert Schlegel, Chemnitz
Experimentelle Untersuchungen zu Farbfilmbildungsprozessen in Sprühfarbwerken von Offsetdruckmaschinen 93

Dr.-Ing. Heike Hupp, Hafenlohr
Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben 99

Dr.-Ing. Veselin Panshef
Entwicklung eines Modells zur strategischen Geschäftsausrichtung mittels einer wertschöpfungsorientierten Strukturierung von industriellen Serviceleistungen

Dipl.-Inform. Holger Schnabel
Entwicklung von Methoden zur Registerregelung in Abhängigkeit der Bahnzugkraft bei Rollentiefdruckmaschinen 101

Dipl. Wirtsch.-Ing. Michael Cordes, M.Sc.
”Forum Organic Electronics“ der Metropolregion Rhein-Neckar 111

Dipl.-Ing. Thomas Walther, St. Gallen
Komplexität entflechten, an Kundennutzen orientieren 115

Dr.-Ing. Jan Fetter
Verfahren zur Messung von Farbschichtdicken in Druckwerken mittels 119

Dr.-Ing. Alfred Neudörfer, Darmstadt
Arbeitssicherheit in Druckereien und Betrieben der Papierverarbeitung im Überblick 123

Dipl.-Ing Roger Starke, Frankfurt
Internationale Normungsarbeit zur Maschinensicherheit für Druck und Papiermaschinen 133

Dr. Martin Schmitt-Lewen, Heidelberg
„Funktionales Drucken“ – Neue Applikationen für Druckprodukte 147

Dr.- Ing. Felix Berg, Leipzig
Innovationen im Wertpapierdruck

Bericht VDD-Jahrestagung „Differenzierung durch Druckverfahrenstechnik“ in der Hochschule der Medien Stuttgart, 26. Sept. 2008 zum Thema:
Hoffnungsträger Verpackungsdruck

*** Prof. Dr. Christoph Häberle, Stuttgart**
Aktuelle und zukünftige Entwicklungen im Verpackungsdruck

*** Dipl.-Ing. Kerstin Haase, Heidelberg**
Anforderungen der Verpackungsdruckereien
Kishore Sarkar, St. Gallen

* Flexibilität für den Point of Sales - Ist POS wirklich etwas Neues?

*** Jürg Splitter, St. Gallen**
Veredelung in der Verpackung; andere Länder, andere Sitten

*** Prof. Dr.-Ing. Ulrike Herzau-Gerhardt**
Druckverfahrenstechnik - Möglichkeiten und Grenzen im Verpackungsdruck

*** Dr.-Ing. Rainer Opferkuch, Öhringen**
Innovativer Blechdruck für hochwertige Metallverpackungen

Dr.-Ing. Engelbert Muth feierte 80. Geburtstag

Hohe Auszeichnung für **Helmut Böhme**, ehemals Präsident der TU Darmstadt

Neue VDD Mitglieder 2008
Der VDD Vorstand 2008 - 2010

Der VDD in Apulien

Fördernde Mitglieder

Druckfarbenfabrik Flint-Schmidt GmbH
Gaugrafenstr. 4-8
60489 Frankfurt am Main

Felix Böttcher GmbH & Co.
Stolberger Straße 351-353
50933 Köln

Forschungsgesellschaft
Druckmaschinen e.V.
Lyonerstr. 18
60528 Frankfurt

Heidelberger Druckmaschinen AG
Kurfürsten-Anlage 52-60
69115 Heidelberg

Koenig & Bauer AG (KBA)
Druckmaschinen, Würzburg
Friedrich-Koenig-Str. 4
97080 Würzburg

manroland Druckmaschinen AG
Mühlheimer Str. 341
63075 Offenbach

Windmöller & Hölscher
Münsterstraße 50
49525 Lengerich

Grusswort des Vorsitzenden des Verein Deutscher Druckingenieure e.V., Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam
Inhaber des Lehrstuhls für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Universität Darmkstadt

Das durch den Verein Deutscher Druckingenieure e.V. (VDD) herausgegebene Jahrbuch der Druckingenieure 2008 war ein voller Erfolg. Über 300 Exemplare des Jahrbuches wurden an Mitglieder, Studierende, Bibliotheken und Interessierte verteilt. Die Resonanz der Leser war insgesamt sehr positiv.

Leider ist die gedruckte Auflage inzwischen vergriffen. Für Interessenten steht das Jahrbuch weiterhin zum Download auf der Homepage des VDD http://www.vdd-net.de bereit. Der VDD beschreitet damit neue Wege. Die elektronischen Dateien im PDF-Format lassen sich bei Recherchen mit Suchmaschinen finden, durchsuchen, speichern und ausdrucken. Das Jahrbuch steht somit auch einem breiteren Leserkreis und zukünftigen Generationen zur Verfügung. Damit verbunden ist der Wunsch, dass die wertvollen Aufsätze auch in andere Publikationen Eingang finden.

Jetzt halten Sie das Jahrbuch der Druckingenieure 2009 in Händen. Der Vorstand des VDD und das Redaktionsteam haben wieder nach ausgewiesenen Autoren gesucht und ein breites Themenspektrum zusammengestellt. Das Jahrbuch enthält wieder eine ausgewogene Mischung von geschichtlichen Aspekten bis hin zu neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Aufsätze befassen sich mit Themen von der Druckvorstufe bis zum Verpackungsdruck. Das Jahrbuch spiegelt damit die gesamte Breite der Print Medien Industrie wider.

Die satzungsgemäßen Ziele des VDD sind die Weiterbildung der Mitglieder in technischer und wissenschaftlicher Hinsicht sowie die Pflege des Kontaktes mit wissenschaftlichen Instituten und der einschlägigen Industrie. Ein wesentliches Element dazu ist die Jahrestagung des VDD, die jährlich im Herbst mit wechselnden und aktuellen Themen stattfindet. Weiterhin tragen Referenten aus Industrie und Wissenschaft in den VDD-Seminaren an der Technischen Universität Darmstadt zu aktuellen Themen vor. Über die Vereinstätigkeit informiert der VDD bereits halbjährlich im VDD-Echo. Neu ist seit Juni 2009 eine Kooperation mit der Keppler Mediengruppe. In der Fachzeitschrift Druckspiegel kann der VDD etwa zweimonatlich auf eigenen Seiten über die Vereinsarbeit informieren. Das Jahrbuch der Druckingenieure rundet die Kommunikationsstrategie des VDD ab, in dem wichtige Beiträge gesammelt und dokumentiert werden. Das Jahrbuch der Druckingenieure soll daher als Reihe ausgebaut werden.

Die mit der Erstellung des Jahrbuches verbundenen Mühen haben sich gelohnt. Ich möchte mich, auch im Namen des VDD-Vorstandes, bei den Autoren und dem Redaktionsteam, insbesondere jedoch bei unserem Ehrenmitglied Herrn Dr. h.c. Dipl.-Ing. Siegbert Holderried, für das Engagement bedanken. Diesen Dank möchte ich mit einer Aufforderung an die Mitglieder verbinden, uns für das nächste Jahrbuch wieder interessante Beiträge zur Verfügung zu stellen.

Dipl.-Ing. Boris Fuchs, Frankenthal
Krisenmanagement im Druckmaschinenbau aus historischer Sicht
Der Druckmaschinenbau hatte schon immer mit Krisen zu kämpfen

Meinem Enkel Jannik gewidmet,
der 2009 das Abitur ablegen und
Elektrotechnik an der TU Karlsruhe

Geboren 1933 in Rybinsk an der Wolga (temporäre Tätigkeit des Vaters dort im Druckmaschinenkombinat Jagoda), Abitur 1953 am Neusprachlichen Gymnasium in Frankenthal, danach Maschinenbau-Studium mit der Spezialisierung auf Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt, Abschluss als Dipl.-Ing., über 25 Jahre Tätigkeit als Entwicklungs-Konstrukteur, Abteilungsleiter und Vorstandsmitglied in der Druckmaschinenindustrie, davon 10 Jahre im Ausland (Schweiz). Die letzten 15 Jahre vor der Pensionierung 1998 in leitender Position bei IFRA in Darmstadt (Internationale Forschungsorganisation Zeitungs & Medientechnik). Jetzt im Ruhestand als Hobby Forschung auf dem Gebiet der Technikgeschichte betreibend. Ehremitglied des VDD, der iarigai und des Fördervereins des Karolinen Gymnasiums Frankenthal

Die beiden Schnellpressenfabriken links und rechts des Rheins, die von Frankenthal und die von Heidelberg, haben beide die gleichen Gründerväter: den Druckmaschinenfachmann Andreas Albert und den Glockengießer Andreas Hamm. Nach dem gemeinsamen Start 1861 in Frankenthal trennten sich deren Wege 1873. In der Folge verkaufte der Sohn von Andreas Hamm, Karl Hamm, 1894 seinen Schnellpressenbau nach Heidelberg, wo der Anfang nicht auf Rosen gebettet war. Der Sohn von Andreas Albert, Alois Albert, ging hingegen nach dem Tod seines Vaters 1883 eine Partnerschaft mit dem Oggersheimer Jean Ganss ein, dessen Bruder Julius gerade als Partner bei der Carl Benz AG in Ladenburg eingestiegen war.

Als Alois Albert 1893 starb, wurde Kommerzienrat Jean Ganss alleiniger Besitzer des Frankenthaler Unternehmens, und als auch dieser 1919 das Zeitliche segnete, führten seine Söhne, Dipl.-Ing. Kurt Ganss und Dr. Dipl.-Kfm. Richard Ganss, das Unternehmen weiter. Doch die 1919 bereits beginnende Inflation brachte das Unternehmen in eine finanzielle Schieflage, indem immer mehr Bankkredite aufgenommen werden mussten. Dazu kamen verschiedene organisatorische Fehlentscheidungen, große Ausgaben für private Zwecke, ja sogar kleinere und größere Unterschlagungen. Der Verfasser stützt sich bei diesen Aussagen auf eine interne Firmenchronik, die Albert Nagel, Leiter der EDV-Abteilung des Unternehmens, bei seinem Ausscheiden im Mai 1984 verfasst hatte.

Als eine „Große Agonie“ ist anzusehen, dass mit der „Super-Albert“ 1934 die schnellste Zeitungsrotationsdruckmaschine der Welt mit einem Ausstoß von 60.000 Exemplaren pro Stunde entwickelt worden war. Auch sonst hatte die Maschine unübersehbare Vorteile gegenüber der Konkurrenz: Stahlguss- statt Grauguss-Seitenwände von 150 mm Stärke, Steh- und Längswellen mit spiralverzahnten Kegelradgetrieben statt der bis dahin üblichen schräg verzahnten Stirnradzüge, Kurzfarbwerke mit über einstellbare Pumpen gespeiste Düsen statt offene Farbkästen mit unterschlächtigen Farbmessern und Nockensteuerungen statt Kurvenscheiben zur Betätigung der Punkturnadeln, Falzmesser und Falzklappen im Falzapparat. Noch drei Maschinen von diesem Maschinentyp konnten an Ullstein in Berlin, an Gebr. Rath in Stuttgart und ein Zeitungshaus in Prag (später die Zeitung „Mir“ druckend) ausgeliefert werden, doch dann kam die Katastrophe.

Die Rettung des Unternehmens durch Solidaritätsopfer und Lohnverzicht

Ende 1934 war das gesamte Werk an die Banken verpfändet worden. Da keine Deckung mehr bestand, sperrten diese Anfang Dezember jeden weiteren Kredit zur Aufrechterhaltung des Betriebes. Die Firmenleitung war deshalb gezwungen am 12. Dezember die Zahlungen einzustellen. Das Unternehmen zählte damals 875 Beschäftigte, davon rund 200 Angestellte, „Beamte“ genannt.

Der Betrieb wurde zunächst sehr eingeschränkt und nur mit so vielen Arbeitern weitergeführt, um verschiedene Maschinen, die in der Montage

Abb. 1: Viel politische Prominenz versammelte sich im Mai 1936 auf der Montage-Plattform im Frankenthaler Werk beim Probelauf der ersten Zeitungsrotation nach dem Beinahezusammenbruch des Unternehmens.

bereits weit fortgeschritten waren, fertig zu stellen. Zu diesem Zweck wurde noch Kapital zur Verfügung gestellt. Auch wurden noch einige Arbeiter gebraucht, um Reparaturen durchzuführen, doch danach wurden die Werkstore geschlossen.

Doch im „Tausendjährigen Reich“ durfte eine Fabrik dieser Größenordnung nicht untergehen. In der ersten Gläubigerversammlung am 17. Januar 1935 plädierte deshalb Gauleiter Bürkel für den Fortbestand des Unternehmens. Er sicherte seine tatkräftige Unterstützung zu, die zuerst auf einen 30%igen Vergleich mit den Banken hinauslaufen sollte. Doch dieser Vergleich scheiterte, sodass am 9. März 1935 Konkurs beim Amtsgericht Frankenthal angemeldet werden musste.

In einem Aufruf forderte der Gauobmann der Nationalsozialistischen (NS) Arbeitsfront, einer Untergruppierung der NSDAP, im Auftrag des Gauleiters am 30. März 1935 alle Firmen im Gau Westmark auf, ein Solidaritätsopfer zur Rettung des Unternehmens einzubringen. Die noch verbliebenen Mitarbeiter der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie. AG erklärten sich bereit, zum halben Lohn zu arbeiten.

Mit diesen Maßnahmen konnte mit Unterstützung des Konkursverwalters das Unternehmen als GmbH neu formiert werden. Das Personal wurde bis auf 10 entlassen und dann schrittweise auf 200 (1936) und 600 (1937) wieder aufgestockt. Das Geschäft mit Bogenoffsetdruckmaschinen wurde trotz einer hervorragenden Stellung im Markt (simultane Schön-/Widerdruckmaschinen nach dem Casper Hermann-Patent) aufgegeben.

Als ersten Auftrag konnte man den einer großen Zeitungshochdruckmaschine in einer etwas abgespeckten Form gegenüber der „Super-Albert“ und mit auf 50 000 Exemplare pro Stunde reduzierter Ausstoßleistung für die Saarbrücker Zeitung herein nehmen, die feierlich im Mai 1936 der Öffentlichkeit in der Montagehalle vorgeführt wurde. Die Flagge der NS-Arbeitsfront über der Maschine (mit Hakenkreuz, umrandet von einem Zahnrad, in Abb. 1 zu sehen) weist darauf hin, dass diese Organisation die vorläufige Treuhand für diese Aktion übernommen hatte. Das Unternehmen sollte von ihr in eine Stiftung zugunsten der Belegschaft überführt werden. Doch der bald begonnene Zweite Weltkrieg verhinderte angeblich die schnelle Durchführung des Vorhabens.

Die Nachkriegszeit

So wurde bei Kriegsende das Unternehmen als ein NS-Betrieb identifiziert, unter Sequester (Zwangsverwaltung) der französischen Militärregierung gestellt und bei Auflösung der Besatzungszone 1952 dem neu gebildeten Bundesland Rheinland-Pfalz übergeben. In Mainz kümmerte sich das Finanzministerium mit dem Vorsitz im Aufsichtsrat um das Wohl des Unternehmens. Allei-

Abb. 2: Die Keimzelle der Albert Frankenthal AG (heute KBA Werk Frankenthal) wie sie sich heute noch an der Lambsheimer Straße in Frankenthal präsentiert.

niger Vorstand wurde Karl Rheinganz, der zuvor schon als Technischer Direktor des Unternehmens gewirkt hatte.

Der durch die Kriegsjahre und Kriegsschäden aufgestaute Nachholbedarf ließ das Unternehmen in einem Verkäufermarkt schnell wachsen und prosperieren. Es waren vor allem die Stoppzylinder-Schnellpressen von den Größen-Typen Ala, Grala, Präsident und Consul, die verschiedenen Tiefdruckmaschinen von den Palatia-Bogentiefdruckmaschinen, über die Albertina-Kleintiefdruckrotationen bis zu den Großtiefdruckrotationen, die neben den Super-Alberts in abgespeckter Form zum Absatz beitrugen. Später kam noch eine Lizenzfertigung der US-amerikanischen Schnellläufer-Zeitungstotation „WOOD-Metropolitain“ als WOOD-Albert-Maschine hinzu. Der Exportanteil stieg auf 70 % des Umsatzes und die Mitarbeiterzahl Ende 1950 auf 1 153.

Am 9. März 1949 hatte der frühere Hauptaktionär, Dr. Richard Ganss eine Restitutionsklage gegen das Unternehmen beim Amtsgericht Frankenthal mit der Begründung angestrengt, dass die 1934/35 erfolgte Zahlungseinstellung bzw. Konkurseröffnung aus politischen und rassistischen Gründen herbeigeführt worden sei. Dies Klage wurde am 22. August 1949 in erster Instanz abgewiesen. Die Entnazifizierung des Unternehmens wurde am 28. August 1949 durch die Spruchkammer II in Neustadt-Haardt abgeschlossen, weshalb danach das Unternehmen nicht von der politischen Säuberung betroffen war. Am 17. Juli 1950 wurde die Belegschaftshilfe der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie. AG gegründet.

Der Geschäftsverlauf 1952 war weiterhin steigend und die Belegschaft stieg auf 1 230 Personen an. Im Werk erfolgte eine rege Bautätigkeit mit einem eigenen, 30 Personen umfassenden Bautrupp. 1955 wurde das Grundkapital des Unternehmens von 3 auf 4,5 Mio. DM aufgestockt. An die Belegschaft wurde eine Erfolgsprämie ausbezahlt. Ende 1955 stieg die Mitarbeiterzahl auf 1 648, Ende 1957 waren es 1 813. Um dem wachsenden Mangel an Facharbeitern zu begegnen, wurde im Dezember 1960 ein Zweigwerk in Kusel eröffnet. Im November 1961 stellte man den ehemaligen Aufsichtsratsvorsitzende der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie. AG und Ex-Finanzminister des Landes Rheinland-Pfalz, Dr. Wilhelm Nowack, wegen Untreue bei der Verteilung von Aktien nach der Kapitalerhöhung von 1955 vor Gericht. Er wurde zu 6 Monaten Haft auf Bewährung und 2 000 DM Geldstrafe verurteilt. Generaldirektor Rheinganz war bereits im August 1961 gestorben.

Im Jahre 1963 war die Geschäftslage weiterhin gut, Umsatz und Auftragseingang stiegen gleichermaßen. Das Unternehmen wurde in Albert Frankenthal AG umbenannt. Eine Beteiligung am italienischen Verpackungs-Tiefdruckmaschinen-Hersteller ROTOMEC konnte nicht aufrechterhalten werden und wurde deshalb verkauft – mit dem Erlös gründete man in Berlin-Spandau ein Zweigwerk. Mitte 1966 war der Personalstand mit 2 358 so hoch wie nie zuvor. Schon zum Jahresende musste er auf 2 282 reduziert werden. Infolge der Konjunkturabschwächung waren 1967 der Umsatz und Auftragseingang rückläufig. Das Personal musste deshalb auf 2 053 Mitarbeiter vermindert werden. Dieser Rückgang setzte sich in den folgenden Jahren fort, sodass es 1973 nur 1 846 und 1974 nur noch 1 648 waren.

Der Prozess der Belegschaft und der Vergleich

Ein sich bildender Belegschaftsverein prozessierte damals schon lange gegen das Land auf Durchführung der beabsichtigten Stiftung. Auslöser war die 1963 geäußerte Absicht des Landes, die seit Kriegsende in ihrem Besitz befindlichen Aktien zu verkaufen. Da der Belegschaftsverein nicht rechtsfähig und damit auch nicht prozessfähig war, setzte das Amtsgericht-Vormundschaftsgericht Mitte der 1960er Jahre einen Anwalt als so genannten Prozesspfleger ein mit der Aufgabe, den möglichen Anspruch der Belegschaft gegen das Land Rheinland-Pfalz auf Übereignung aller

Aktien im Wert von damals rund 50 Mio. DM an eine zu gründende Stiftung zugunsten der Belegschaft gerichtlich geltend zu machen.

Das Landgericht Frankenthal wies die Klage ab und das Oberlandesgericht die Berufung dagegen zurück, u. a. weil die Pfälzer Firmen als Spender von Geld und die Belegschaft als Spender von unbezahlter Arbeit diese Leistungen der NSDAP zugewendet hatten und auch dorthin geflossen sind. In der Revisionsverhandlung vor dem Bundesgerichtshof in Karlsruhe, also in letzter Instanz, kamen die Richter jedoch zu dem Schluss, dass die Belegschaft damals zum halben Lohn gearbeitet habe, um die Arbeitsplätze zu erhalten und bei Gelingen am Gesellschaftskapital angemessen beteiligt zu werden. Daher sei die Klage dem Grund nach gerechtfertigt, die Höhe allerdings noch ganz unklar, weil nun erst noch ermittelt werden müsse, wie das Verhältnis der Geldspende zu den Lohnverzichten sei. Dies werde jedoch nach 40 Jahren sehr schwierig sein. Deshalb schlug der Bundesgerichtshof vor, das beklagte Land solle die Hälfte der damaligen Aktien an die zu gründende Stiftung zu Gunsten der Belegschaft einbringen und die Stiftung der Altersvorsorge der Belegschaft dienen.

Ab dem Jahre 1971 nahm jedoch die Geschäftstätigkeit infolge der aufkommenden Ölkrise, sicher auch wegen einer verfehlten Modellpolitik und Überorganisation erneut einen negativen Verlauf. Das Unternehmen wies in drei aufeinander folgenden Geschäftsjahren 1972-1974 jeweils mehr als 50% des Grundkapitals von 18 Mio. DM als Verlust aus. Zu Beginn des Jahres 1974 fand deshalb ein Revirement des gesamten Vorstandes statt und am Ende des Jahres wurde ein Kapitalschnitt des Grundkapitals um 50% mit anschließender Kapitalerhöhung durch Ausgabe neuer Aktien auf 20 Mio. DM vorgenommen.

Was den noch nicht ausgeführten Richterspruch des Bundesgerichtshofes anbelangte, nahm der Prozesspfleger im Namen der Belegschaft – mehrere Betriebsversammlungen waren dazu nötig – und auch im Namen des Vormundschaftsgerichtes Frankenthal aus Vernunftgründen unter den gegebenen Umständen den Vergleichs-Vorschlag des Landes an, wonach dieses das Unternehmen über 20 Jahre nicht veräußern durfte und in dieser Zeitspanne 50% der Erträge der Altersvorsorgeunterstützung der Belegschaft zuzufließen hatten.

Mit einer Reihe von Neuentwicklungen und großer Kraftanstrengung der Mitarbeiter, u. a. der Schaffung einer neuen Generation von Tiefdruckmaschinen mit 150% Mehrleistung gegenüber dem Vorgängermodell und acht neuen Typen von Rollenoffsetdruckmaschinen in kürzester Zeit – mehrere Konstrukteure verzichteten dazu auf ihren Urlaub und ließen ihre Familien allein in die Ferien fahren – konnte das Unternehmensschiff wieder flottgemacht, d. h. in die schwarzen Zahlen geführt werden. Das Münchhausen-Wort, sich selbst am Zopf aus dem Sumpf gezogen zu haben, machte dabei die Runde. Trotz gesamtwirtschaftlicher Rezession mussten die weitgehend von Lohnaufträgen lebenden Tiefdruckereien in neue Maschinen wegen der enormen Mehrleistung und rationelleren Produktion investieren – ein „Trick“ beim Sanierungskonzept, der sich sicher nicht unendlich fortsetzten lässt, wie es die Steigerung der Verarbeitungsbreite bis 4,32 m später gezeigt hat.

Das Land Rheinland-Pfalz strebte schon seit langem an, seine Verantwortung als Mehrheitsaktionär abzugeben und suchte einen Partner zur alsbaldigen Reprivatisierung des Unternehmens. Dies gestaltete sich in der Rezession schwieriger als erwartet. Erst am 1. Januar 1979 konnte dieser Partner mit der Koenig & Bauer AG in Würzburg

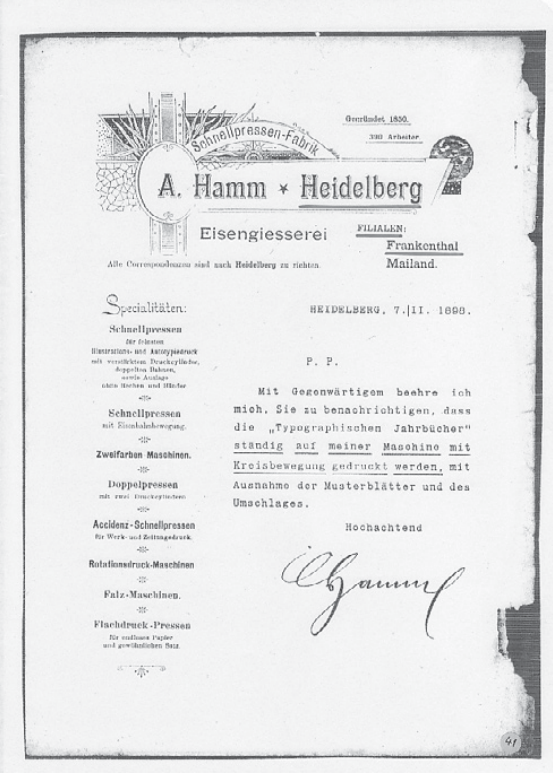
Andreas Hamm mit seiner Familie vor der von ihm gegossenen Kaiserglocke für den Kölner Dom, mit 541 Zentner (27 t), einer Höhe von 3,24 m und einem Durchmesser von 3,25 m war sie die drittgrößte Glocke der Welt.

gefunden werden. Die Würzburger übernahmen zunächst 44,21 % der Aktien, während das Land mit 41,64 und die Landesbank mit 8,37% der Anteile im Boot blieben. 1980 erhöhte die Koenig & Bauer AG ihren Anteil auf 49% und 1995, nach Ablauf der 20 Jahres-Frist, auf 100% bei gleichzeitiger Fusion zur Koenig & Bauer-Albert AG (KBA). Nachdem man auch mit der Planeta AG in Radebeul fusioniert hatte, wurde das Firmen-Kürzel in Koenig & Bauer AG umgedeutet. Im Jahre 2007 wurde der Frankenthaler Tiefdruckmaschinenbau wegen Rückgangs der Bestellungen (Überkapazität im Tiefdruckmarkt wegen Abwanderung der Aufträge zum Rollenoffsetdruck) an die G. Cerutti SpA in Casale Monferrato in Italien verkauft mit der Maßgabe, dass alle zugehörigen Falzapparate weiterhin in Frankenthal entwickelt und gefertigt werden. Der Verkauf führte trotzdem zu einem Personalabbau von 413 Mitarbeitern.

Das Entstehen zweier Schnellpressenfabriken in Frankenthal und Heidelberg

Wenden wir uns nun dem zweiten Teil der beiden Zwillingsgründungen links und rechts des Rheins zu. Vorauszuschicken ist, dass Andreas Hamm nach der Trennung von Andreas Albert – er war im Herzen Glockengießer geblieben – 1873 im Auftrag von Kaiser Wilhelm I. den Guss der Kaiserglocke für den Kölner Dom in Auftrag nahm. Mit einem Gewicht von 541 Zentner (27 t), einem Durchmesser von 3,25 m und einer Höhe von 3,24 m war sie die drittgrößte Glocke der Welt. Die dafür benötigte Bronze stammte von 22 von den Franzosen im Krieg 1870/71 erbeuteten Kanonen. Der Guss misslang zweimal wegen eingeschlossener Luftblasen (Lunker) und erst der dritte Guss gelang Andreas Hamm, dem Konkurs nahe, am 3. Oktober 1874. Die Glocke wurde mit einem Rheinkahn nach Köln gebracht und der Kaiser begleitete sein Geschenk, indem er in Biebrich bei Wiesbaden – er weilte in Bad Homburg zur Kur – mit an Bord ging.

Am 5. Juni 1875 wurde die Glocke auf den Südturm des Domes hochgezogen, doch der Klöppel erwies sich als zu leicht, weshalb Hamm heimreisen musste, um einen neuen anzufertigen. Das im katholischen Köln ungeliebte Glockengeschenk des protestantischen Kaisers wurde jedoch nur bei staatlichen Anlässen eingesetzt. Sie sei auf ein disharmonisches cis statt auf ein reines c gestimmt, warf man ihr offiziell vor. Ihr war deshalb auch kein langes Leben beschieden. Kurz vor Ende des Ersten Weltkrieges, im Juni 1918, zerlegten sie


Gegründet 1850.
300 Arbeiter.
Schnellpressen-Fabrik
A. Hamm * Heidelberg
Eisengiesserei
FILIALEN:
Frankenthal
Mailand.
Alle Correspondenzen sind nach Heidelberg zu richten.
Specialitäten:
Schnellpressen
Schnellpressen
Zweifarben Maschinen.
Doppelpressen
Accidenz-Schnellpressen
Rotationsdruck-Maschinen
Falz-Maschinen.
Flachdruck-Pressen
HEIDELBERG, 7./II. 1898.
P. P.
Mit Gegenwärtigem beehre ich mich, Sie zu benachrichtigen, dass die „Typographischen Jahrbücher" ständig auf meiner Maschine mit Kreisbewegung gedruckt werden, mit Ausnahme der Musterblätter und des Umschlages.
Hochachtend
Hamm

Anzeige von Karl Hamm, dass er seinen Druckmaschinenbau nach Heidelberg verkauft hat.

Arbeiter auf dem Südturm, indem sie durch Bohren von Lochreihen sie in Stücke schlagen, und die Bronze in die Schmelzöfen der Rüstungsindustrie wandern konnte. Aber das Kriegsende kam schneller, sodass die Trümmer nur noch auf dem Hamburger Glockenfriedhof landeten.

Nach diesem ruinösen Abenteuer wandte sich Andreas Hamm wieder dem Schnellpressenbau zu. Es bestanden also ab 1875 zwei Schnellpressenfabriken in Frankenthal nebeneinander: die von Andreas Albert und die von Andreas Hamm. Sie wurden nach anfänglicher Partnerschaft erbitterte Konkurrenten. Als Andreas Hamm 1894 starb, wollte sein Sohn Karl den Schnellpressenbau nicht mehr weiterführen und verkaufte diesen an Wilhelm Müller, der bei der Schnellpressenfabrik Frankenthal, Albert & Cie. gelernt hatte und gerade in die von Andreas Alberts ehemaligem Partner Wilhelm Molitor gegründete Maschinenfabrik Molitor & Cie. in Heidelberg mit eingestiegen war. Molitors frühere Teilhaberin, die Witwe Philippine Arnold, war bereits nach einem halben Jahr wieder ausgestiegen. Hamm widmete sich fortan nur noch dem Glockenguss – sein Sohn Hermann betrieb diesen bis zum Jahre 1961 in Frankenthal.

Molitor und Müller liquidierten am 22. Mai 1896 die alte Firma und gründeten noch am gleichen Tag die „A. Hamm OHG Schnellpressenfabrik und Eisengießerei“ in Heidelberg. Karl Hamm hatte ihnen die Weiterführung des im Markt gut eingeführten Namens zugesichert. Neben Molitor und Müller wurde Karl Geiger Teilhaber des neuen Unternehmens – er war zuvor Prokurist der Maschinenfabrik Molitor & Cie., davor als Chefkonstrukteur für Rotationsdruckmaschinen Mitarbeiter von Alois Albert und Wilhelm Molitor in Frankenthal und kam angeblich von einer Budapester Druckmaschinenfabrik. Neben dem Hauptbetrieb in Heidelberg wurde in Frankenthal noch bis 1900 ein kleiner Zweigbetrieb weitergeführt. Was den Fortgang des Unternehmens anbelangt, so stützt sich der Verfasser im Wesentlichen auf das exakt recherchierte Buch von Dr. Martin Krauß: „Vom Glockenguss zum Offsetdruck – Geschichte der Heidelberger Druckmaschinen AG“, erschienen im Verlag Reginalkultur, Ubstadt-Weiher, im Jahr 2000 unter ISBN 3-89735-148X.

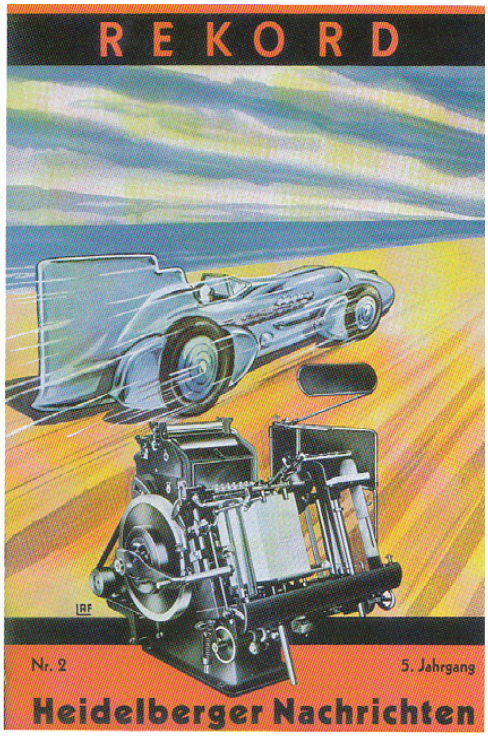
Im Frühjahr 1899 entschlossen sich Müller und Geiger ihr Unternehmen in eine Aktiengesellschaft umzuwandeln, da sie frisches Kapital benötigten. Molitor zog sich aus der aktiven Unternehmensführung zurück und wechselte als Vorsitzender in den Aufsichtsrat. Um ihren Kapitalbedarf zu decken, schloss die A. Hamm OHG Schnellpressenfabrik und Eisengießerei 1899 mit dem Bankhaus S. Katz einen Darlehensvertrag über 500 000 Mark ab, nachdem man sich vorher schon bei der Städtischen Sparkasse Mannheim und dem Bankhaus Wingenroth, Soherr & Co. mit je 110 000 und 125 000 Mark verschuldet hatte. Mit diesen Darlehen und Schuldverschreibungen waren alle Grundstücke, Gebäude, Anlagen und Maschinen verpfändet.

In der krisenhaften Zeit ging die Entwicklung nur schleppend voran, sodass sich das Unternehmen 1901 entschloss, das Aktienkapital von einer Million auf 400 000 Mark zu reduzieren. Im Jahr 1903 legte man dann das Kapital zunächst im Verhältnis 20:1 auf 20 000 Mark zusammen, um es anschließend durch Ausgabe von 580 neuen Aktien auf 600 000 Mark zu erhöhen. Im Verlauf dieser Transaktion ging die Mehrheit des Aktienkapitals an zwei Bankhäuser, die Rheinische Creditbank in Mannheim und die Bank für Handel und Industrie in Darmstadt, über. Zusammen mit dem Bankhaus Wingenroth, Soherr & Co. hielten sie knapp 99 % des Kapitals.

Rettung über die Produktinnovation Tiegeldruckmaschine

Die bisherigen Hauptaktionäre und Vorstände Wilhelm Müller und Carl Geiger schieden Ende Dezember 1901 aus der Unternehmensleitung aus. Es kamen unterschiedliche Vorstände – alle mit begrenzter Verweilzeit. Rund zwei Jahre später verzichtete man auf den Traditionsnamen A. Hamm und wählte als neuen Firmennamen die Bezeichnung „Schnellpressenfabrik Aktiengesellschaft Heidelberg“. Es folgte ein ständiges Auf und Ab in den Auftragseingängen und Erträgen. Die überkommenen Schnellpressen waren größtenteils veraltet. Nur einer Flachsatz-Rotationsmaschine mit Namen „Heureka“, die für kleine Zeitungsdruckereien entwickelt worden war, die sich keine Rundstereotypie leisten konnten, schien ein gewisser Erfolg beschieden zu sein. Das Patent dazu hatte man von Heinrich Stamm, einem ehemaligen Oberingenieur der Maschinenfabrik VOMAG in Plauen erworben. Doch große Stückzahlen ließen sich mit diesem Maschinentyp nicht erreichen.

Erst in den letzten beiden Jahren vor dem Ersten Weltkrieg zeichnete sich der Maschinentyp ab, auf dem sich der Welterfolg der Schnellpressenfabrik



Der Heidelberger Tiegel mit automatischer Bogenanlage über Propellergreifer nach dem Patent Gilke brachte den Durchbruch in Heidelberg.

Heidelberg aufbauen sollte: der Heidelberger Tiegeldruckautomat. Diese Bauweise, zwischen den Schnellpressen und Handdruckpresse angesiedelt, wurde Mitte des 19. Jahrhunderts erstaunlicherweise in USA, dem Land der großen Auflagen, entwickelt und kam über die Weltausstellungen in London (1862) und Paris (1867) nach Europa. Man unterschied dabei je nach dem verwendeten Druckanstellprinzip vier Bauarten: die Gordon-, Liberty-, Boston- und Gally-Pressen. Ihre Patente verfielen, sodass bald auch die europäischen Druckmaschinenhersteller diesen Typ in ihr Fertigungsprogramm aufnehmen konnten.

In Heidelberg wählte man den Boston-Typ, wobei der vom Kölner Buchdrucker Karl Gilke 1912 erfundene Propeller-Greifer mit einem Malteserkreuz-Getriebe ihn zu einem Druckautomaten machte. Gilke war, bevor er sich als Drucker selbständig machte, Techniker bei der Maschinenfabrik der Gebrüder Heidsiek in Kamenz, die sich auf Tiegeldruckpressen spezialisiert hatten. Die Produktionsleistung konnte mit dem von Gilke erworbenen automatischen Anleger von 600 auf 2800 Bogen pro Stunde fast verfünffacht werden. Doch der im August 1914 ausbrechende Erste Weltkrieg verzögerte dessen Einführung. Wie alle deutschen Druckmaschinenfabriken, so mussten auch die Heidelberger den Druckmaschinenbau einstellen, Personal entlassen, soweit es nicht schon zum Militärdienst eingezogen worden war, und mit zum großen Teil Frauen, Lehrlingen und alten Männern im Zwei- und Dreischichtenbetrieb kriegswichtige Produkte wie Granaten und Minen anfertigen.

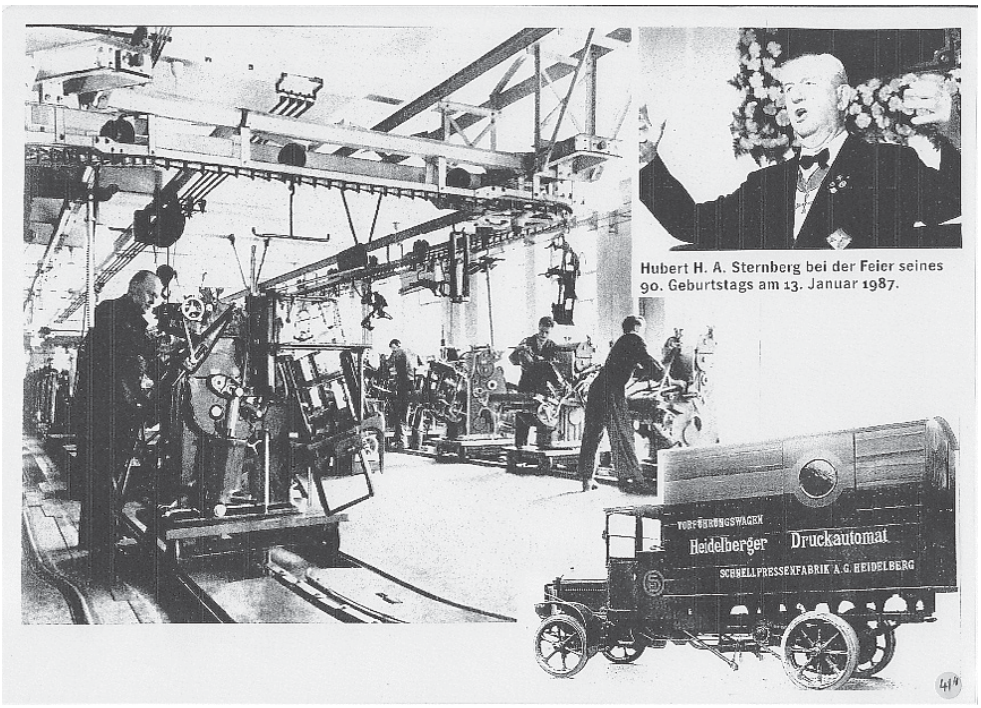
Die Rüstungsaufträge trugen jedoch nichts zur Verbesserung der wirtschaftlichen Situation bei. Die Rheinische Creditbank und die Bank für Handel und Industrie, die zusammen 590 der 600 Aktien der Schnellpressenfabrik hielten, befanden sich in der schwierigen Lage, gleichzeitig Anteilseigner und Gläubiger des Unternehmen zu sein. Angesichts der ständig steigenden Verluste suchte man nach einer grundsätzlichen Lösung zur Sanierung des Unternehmens. Am 9. November 1916 schlossen deshalb die Banken mit den Fabrikanten Richard Kahn aus Mannheim und Alfred Eversbusch aus Speyer einen Vertrag ab, wonach diese beiden Herren die Hälfte der Forderungen der Banken an der Schnellpressenfabrik übernahmen und dafür 295 Aktien im Nennwert von 1 000 Mark pro Stück erhielten.

Die Übernahme durch den Kahn-Maschinenbaukonzern

Kahn und Eversbusch hatten im Juni 1913 die Pfalz-Flugzeugwerke in Speyer und die Rhenania Motorenfabrik AG (Rhenag) in Mannheim gegründet, in der die zugehörigen Flugzeugmotoren hergestellt wurden. Dazu kam noch die Mannheimer Schraubenfabrik GmbH. Da Flugzeuge im Ersten Weltkrieg eine wichtige Rolle im Kampfgeschehen spielten, verdienten sie damit genügend Kapital, um weitere Firmen aufzukaufen. Im Lauf der Jahre 1918/19 ging die Schnellpressenfabrik vollständig in den Besitz von Richard Kahn über – er hatte sich zwischenzeitlich von seinem Partner Alfred Eversheim getrennt. Kahn kaufte einen Konzern von insgesamt 27 Firmen zusammen, die durch Gewinnabführungsverträge gegenseitig verflochten waren. Die Stärkeren stützten die Schwächeren. Trotzdem musste Kahn einen Großteil seines eingesetzten Kapitals auf Bankkrediten aufbauen.

Im Herbst 1925 geriet der gesamte Kahn-Konzern in eine ernsthafte Krise. Ihre Ursache waren in erster Linie hohe Verluste der Stock Motorpflug AG, die man unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu diesem Zeitpunkt eigentlich hätte längst liquidieren müssen. Doch das Landwirtschaftsministerium hatte großes Interesse am Fortbestand des Unternehmens, weshalb ein Kredit über 4 Mio. Mark durch das Reich eingeräumt wurde. Ein Bankenkonsortium gewährte einen weiteren Kredit, wobei den Gläubigern gewisse Sicherheitsübereignungen unter der Treuhand der Deutschen Bank zugestanden wurden. Als weitere Sicherheit diente eine Bürgschaft der Schnellpressenfabrik in Höhe von 870 000 RM.

Am Ende eines Vergleichs mit den Gläubigern, die auf 70% ihrer Forderungen verzichteten, wurden sämtliche Geschäftsanteile der Richard Kahn Holding GmbH der Deutschen Bank als Treuhänder verpfändet. Durch den Vergleich mit den Gläubigern und die Verpfändung erhielt die Schnellpressenfabrik in einem gewissen Maß eine wirtschaftliche Selbständigkeit. Das Geschäftsjahr 1926 war zunächst noch durch die Stabilisierungskrise geprägt und der Betrieb der Schnellpressenfabrik wurde abermals für mehrere Wochen stillgelegt. Im Herbst nahmen die Auftragseingänge allmählich wieder zu und diese positive Entwicklung setzte sich in den Jahren 1927 und 1928 fort.


Hubert H. A. Sternberg bei der Feier seines
90. Geburtstags am 13. Januar 1987.
Heidelberger Druckautomat
SCHNELLPRESSENFABRIK A.G. HEIDELBERG

Der Ausnahme-Unternehmer Hubert H. A. Sternberg führte das Heidelberger Unternehmen durch die Einführung der Fließbandfertigung und von Kundendienst- und Vorführwagen aus der Krise.

Der Ausnahme-Unternehmer Hubert H. A. Sternberg

Es war nämlich im März 1927 aus dem nahe am Konkurs stehenden Kahn-Konzern in Berlin ein Manager besonderen Schlages nach Heidelberg gekommen. Schon sein Namen wie seine hoch aufragende Gestalt und sein weltmännisches Auftreten waren gewaltig und Respekt einheischend: Huber H. A. (Heinrich Adalbert) Sternberg – 1967 kam noch ein Ehrendoktortitel (Dr. h. c.) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen hinzu. Als er zum Vorstandsmitglied der Schnellpressenfabrik Heidelberg berufen wurde, war er erst 29 Jahre alt – er sollte das Unternehmen noch bis zu seinem 76. Lebensjahr leiten. Er führte neuartige Marketing- und Vertriebsmethoden ein und veranlasste wesentliche Maßnahmen zur Modernisierung und Rationalisierung der Produktion. Innerhalb kurzer Zeit wurde der „Original Heidelberger Tiegeldruckautomat OHT“ im In- und Ausland zum Erfolg und mit rund 165 000 Stück zur meistverkauften Druckmaschine aller Zeiten.

Sternberg griff die Fließbandfertigung von Henry Ford auf und wandte sie auch bei der Montage der Tiegeldruckautomaten an. 1931 verließ alle 45 Minuten eine Maschine das Montageband. Es wurde auf Kistenboden montiert, sodass am Ende nach dem Abdrucken durch Überstülpen der Kistenwände gleich der Versand erfolgen konnte. Auch führte er Vorführ- und Kundendienstwagen ein, als diese noch vollgummibereift waren. Er beteiligte die fahrenden Monteure am Umsatz der Ersatzteile bei den Reparaturen und gab gleichzeitig den Kunden das Gefühl, von den Heidelbergern gut versorgt zu sein. Das Heidelberger Werk wurde zügig ausgebaut, indem das Gelände der Vereinigten Fabriken C. Maquet, Hersteller von Operationstischen und Stahlmöbeln für Krankenhäuser, in der Nachbarschaft durch Fusion hinzukam; ebenso die Maschinenfabrik AG Geislingen, Hersteller von Turbinen, mit ihrer gut ausgebauten Eisengießerei, übernommen wurde. Bis heute erfolgen der Guss und die Großteilfertigung der Heidelberger Druckmaschinen dort. Im Jahre 1982/85 – so lange dauerten die Einsprüche – wurde die Fabrik wegen der Enge am angestammten Platz nach Amstetten bei Geislingen umgezogen.

Von der Weltwirtschaftskrise blieb die Heidelberger Schnellpressenfabrik trotzdem nicht ganz verschont. 1932 musste ein operativer Verlust von 29 730 RM hingenommen werden, der jedoch mit einem Gewinnvortrag aus dem Vorjahr verrechnet werden konnte. Im gleichen Jahr legte Richard Kahn nach 16 Jahren sein Aufsichtsratsmandat nieder, denn sein Konzern war endgültig zusammengebrochen. Die Deutsche Bank und die Disconto-Gesellschaft sowie die Commerz- und Privatbank übernahmen über die von ihnen kontrollierte Union Verwaltungsgesellschaft mbH die Aktienmehrheit der Schnellpressenfabrik.

Der neue Mehrheitsaktionär Rheinelektra

Im Herbst 1939 wurden Überlegungen bei der Deutschen Bank angestellt, die Aktien der Schnellpressenfabrik Heidelberg zu verkaufen. Die Bank betrachtete es nicht als ihre Aufgabe, Holdinggesellschaft für Industrieaktien zu sein. Die Rheinelektra AG in Mannheim, ein regionales Unternehmen der Elektrizitätsversorgung, zeigte Interesse am Kauf der Aktien. Im Gegensatz zu der Deutschen Bank war die Commerz- und Privatbank jedoch nicht bereit, sich von ihrem Aktienpaket zu trennen. Man war dort der Meinung, dass diese mehr wert seien, als die gebotenen 200%. Im März 1940 erwarb die Rheinelektra AG die im Besitz der Deutschen Bank befindlichen Aktien der Schnellpressenfabrik Heidelberg zum Kurs von 225%. Darüber hinaus kaufte sie noch weitere Aktien, darunter das Paket der Badischen Bank. Sie erreichte damit mit 55,1% der Stammaktien die Majorität.

Mitte der 1930er Jahre kam zu dem „kleinen“ Tiegelautomaten noch ein großer, d. h. im Druckformat vergrößerter Tiegelautomat ins Produktionsprogramm sowie ein Zylinderautomat, eine vollwertige Schnellpresse nach dem Eintouren-Prinzip. Mit diesen drei Maschinentypen konnten die Heidelberger über viele Jahre hinweg eine rationelle Produktion mit ständig wieder verwendbaren Vorrichtungen und automatischen Werkzeugmaschinen betreiben. Die Hochkonjunktur hielt bis zum Ausbruch des Zweiten Weltkriegs an. Im Gegensatz zum Ersten Weltkrieg ging jedoch die Produktion auch in den Kriegsjahren fast unvermindert weiter, indem neben den Druckmaschinen Feindrehbänke der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik und Revolverdrehbänke der Gebr. Heinemann in St. Georgen in Heidelberg gefertigt wurden. Erst 1942 wurde die Druckmaschinenproduktion durch das zuständige Rüstungskommando in Mannheim eingestellt. Es durften nur noch kriegswichtige Güter hergestellt werden.

Der Zusammenbruch des NS-Regimes und der Übergang zur US-Militärregierung bedeutete das Ende der Rüstungsproduktion, was sich zunächst in der Entlassung von Personal niederschlug. Zum Stichtag 30. April 1945 waren noch 285 Beschäftigte registriert und im Juli 1945 nur noch 208. Da die Unternehmensleitung politisch unbelastet war, wurde die Schnellpressenfabrik Heidelberg auch nicht unter „property control“ der amerikanischen Besatzungsmacht gestellt. Die Produktion des „kleinen“ Tiegels lief in der zweiten Hälfte der 1945er Jahre mit 25 Maschinen pro Monat allmählich wieder an.

Hubert H. A. Sternberg engagierte sich neben dem Erhalt des Werkes bei der Industrie- und Handelskammer und wurde deren erster Vorsitzender. Im Verlauf der 1940er und 1950er Jahre bemühte er sich erfolgreich um die Förderung der deutschen Exportwirtschaft und rief zu diesem Zweck mehrere Vereinigungen ins Leben. 1950 konnte die Schnellpressenfabrik ihr 100-jähriges Jubiläum mit mehreren Veranstaltungen in Heidelberg und Geislingen an der Steige feiern und bei der Gründung der Fachmesse Drupa in Düsseldorf wurde Sternberg von 1951 bis 1972 deren Präsident. Am Ende wurde er dort liebevoll „Drupapa“ genannt.

Der Umzug der Fertigung nach Wiesloch

Die Rheinelektra als Mehrheitsaktionär der Heidelberger Schnellpressenfabrik wurde vom Energiekonzern RWE übernommen, was aber keine größeren Auswirkungen auf das Unternehmen hatte. Da man 1956 mit der Stadtverwaltung nicht zu einer Einigung zwecks Erweiterung des Firmengeländes in Heidelberg kommen konnte, kaufte man im benachbarten Wiesloch ein 15 ha großes Grundstück und baute darauf eine rund 250 m lange und 70 m breite Werkshalle sowie Büro- und Sozialgebäude. Heute ist das Gelände mit 860.000 m² so groß wie 88 Fußballfelder und es arbeiten allein dort 6 500 Mitarbeiter. Die Verwaltung, der Vertrieb, die Konstruktion und die Entwicklung blieben jedoch in Heidelberg. Letztere erhielt später ein großes Entwicklungszentrum und der Kundenweiterbildung diente der moderne und voll Symbolik steckende Rundbau einer „Print Media Academy“ in unmittelbarer Nachbarschaft zum neuen Heidelberger Hauptbahnhof.

Dass auch Spitzenmanager wie Hubert Dr. H. A. Sternberg Fehleinschätzungen des Marktes unterliegen können, zeigt sein Festhalten am Buchdruck, als bereits die wirtschaftlichen und qualitätsmäßigen Vorteile des Offsetdrucks sichtbar geworden waren. Damit der Buchdruck bei den flexiblen Druckformen mithalten konnte, richtete Sternberg Ende der 1950er Jahre sogar eine eigene Klischeeforschung ein. Mitte der 1960er Jahre musste er sich jedoch dem Siegeszug des Offsetdrucks beugen und die ersten Bogenoffsetdruckmaschinen auflegen. Damit wurde zwar das Produktionsprogramm wesentlich breiter – bis zu 60 verschiedene Varianten und Typen mussten betreut werden– doch die Geschäftsentwick-

lung verlief ausgesprochen positiv. 1972 ging die Ära Sternberg zu Ende, doch er blieb noch bis zu seinem Tode am 22. Juni 1987 in Heidelberg mit erreichten 90 Lebensjahren (geb. 13. Januar 1897 in Potsdam) dem Unternehmen verbunden. Sein Nachfolger wurde der Mannheimer Jurist Dr. Wolfgang Zimmermann als Sprecher in einem Vierer-Vorstand. Er hatte sich besondere Verdienste beim Ausbau des weltweiten Vertriebs- und Servicenetzes erworben.

1988 stiegen die Heidelberger groß in den Bau von Rollenoffsetdruckmaschinen ein, nachdem man schon 1977 eine Miniweb-Rollenoffsetdruckmaschine herausgebracht hatte. Man erwarb dazu für die stolze Summe von 300 US-Dollar die US-amerikanische Firma Harris Graphics mit Tochtergesellschaften in Frankreich und Mexiko. Der Kaufpreis relativierte sich jedoch, da er in einem Jahr voll abgeschrieben werden konnte. Harris Graphics war vorher zusammen mit Sheridan, dem Hersteller von Weiterverarbeitungsmaschinen für die Zeitungsproduktion, bei AM, einem Hersteller des Vorstufenbereichs gelandet, nachdem der Mutterkonzern, die Harris-Intertype Corp., sich nur noch mit Elektronik beschäftigen wollte. Es dauerte rund drei Jahre bis Harris Graphics durch Umstrukturierung und Sanierung auf Heidelberger Niveau gebracht worden war. Im Geschäftsjahr 1991/92 gingen jedoch die Umsatzerlöse der AG nach 15 Jahren ungebrochenen Wachstums um 4,5% auf 2,62 Mrd. DM zurück und auch das darauf folgende Geschäftsjahr brachte noch keine Wende. Man schrieb rote Zahlen und musste Personalanpassungen vornehmen. Erst mit Ablauf des Geschäftsjahres 1993/94 konnte man wieder schwarze Zahlen schreiben. Die Mitarbeiterzahl belief sich damals auf 11 000.

Die Ära Mehdorn

Von 1995 bis 1999 führte der aus der Luft- und Raumfahrtindustrie (DASA) kommende Hartmut Mehdorn als Vorstandsvorsitzender das Unternehmen. Er war bis vor kurzem der Vorstandsvorsitzende der Deutschen Bahn AG. Seine Geschäftsstrategie war es, den Druckmaschinenhersteller zu einem Lösungsanbieter für die Druck- und Verlagsindustrie zu machen, indem er Hersteller des Vorstufenbereichs (Linotype-Hell), der Office Image Sparte (Digitaldruck von Kodak) und der Weiterverarbeitung (Stahl) hinzukaufte. Der Kunde sollte in einem „one stop“ alles bei den Heidelbergern erwerben können, was er zum Betrieb seiner Druckerei benötigte. Mitte 1997 trennte sich die RWE von ihrem Aktienpaket an der Heidelberger Druckmaschinen AG, da man sich auf das Kerngeschäft der Energieversorgung beschränken wollte, worauf die Aktien an die Börse gelangten. Am 8. Dezember 1997 wurde die Aktie in den MDAX aufgenommen und man feierte in Heidelberg die gewonnene Freiheit, ohne am Gängelband der RWE die Unternehmenspolitik ausrichten zu müssen.
Doch die Belastungen der Zukäufe wurden nach Mehdorns Weggang 1999 immer größer, sodass

Die Heidelberger Vorstandsmitglieder v. l.: Mehdorn, Schreier und Meyer feierten den Börsengang des Unternehmens am 8. Dezember 1997 als eine gewonnene Freiheit.

wesentliche Teile wie der Rollenoffsetdruck abgestoßen werden mussten. Die ehemalige Harris Graphics mit der Sheridan-Weiterverarbeitung übernahm die Firma GOSS in USA, die ihrerseits zuvor nach Herauslösen aus dem Rockwell-Konzern und mehrmaliger Übernahme durch Investmentgesellschaften schon zweimal durch das US-amerikanische Insolvenzschutz-Verfahren des „Chapter Eleven“ gegangen war und dabei alle ihre Fertigungswerke in USA schließen musste. Die Heidelberger Druckmaschinen AG rutschte durch die bei der Exkursion in fremdes Land erlittenen Verluste in die roten Zahlen, mit allen Konsequenzen für den Personalabbau, fing sich aber relativ rasch wieder. Auch der Digitaldruck wurde an Kodak zurück verkauft, zusammen mit der teuer von den Heidelbergern entwickelten Mehrfarbenmaschine Nexpress.

Heute präsentiert sich die Heidelberger Druckmaschinen AG mit einem Umsatz von über 3,6 Mrd. Euro, einem Jahresüberschuss von 142 Mio. Euro und einer Beschäftigtenzahl von knapp 20 000 Personen als die größte Druckmaschinenfabrik der Welt, gefolgt von MAN Roland mit knapp 2 Mrd. Euro Umsatz als zweitgrößtes und KBA mit 1,7 Mrd. als drittgrößtes Unternehmen. Nach wie vor besteht das Phänomen, dass die drei weltgrößten Druckmaschinenhersteller in Deutschland angesiedelt sind.

Dieser historisch Rückblick auf die Geschichte der beiden Schnellpressenfabriken links und rechts des Rheins mag in der gegenwärtigen, erneut infolge des Finanzdesasters aufgetretenen Absatzkrise des Druckmaschinenbaus mit angekündigter Kurzarbeit und Stellenabbau die Hoffnung stärken, dass auch nach schmerzlichen Personaleinschnitten und schwer verständlichen Anpassungen, bzw. Streichungen im Produktionsprogramm, wie 1935 bei den Bogenoffsetdruckmaschinen und jüngst bei den Tiefdruckmaschinen in Frankenthal geschehen, ein erfolgreicher Neuanfang stehen kann.

Das 860 000 m² große Werk Wiesloch der Heidelberger Druckmaschinen AG (links) und die Heidelberger Print Media Academy (rechts) gegenüber dem Heidelberger Hauptbahnhof mit dem grössten Reiterstandbild der Welt, sind Ausdruck der Marktführerschaft des Unternehmens.

Dipl.-Ing. Boris Fuchs
Die Geschichte des Niedergangs der amerikanischen Druckmaschinenindustrie
Nur die den Rollenoffsetdruckmaschinenbau von Harris übernehmende GOSS

Mit der Goss Graphic Systems, Inc. ist heute in Nordamerika nur noch eine einzige größere Druckmaschinenfabrik beheimatet. Vor 50 Jahren waren es mindestens acht Hersteller, die der Nation internationalen Glanz in der Branche verliehen.

Cottrell, Goss, Harris, Hoe, Miehle, Motter, Scott und Wood, sind die Namen, die vor einem halben Jahrhundert in der Branche einen guten Klang hatten. Geht man in der Geschichte noch etwas weiter zurück, so kann man sogar weit über 100 amerikanische Herstellernamen in Sammlerkatalogen, wie dem von Harold H. Sterne, ausfindig machen. Zwar wurde die Schnellpresse nicht in Amerika erfunden, doch bei der Rotationsdruckmaschine, dem Tiegel und der Bogenoffsetmaschine – letztere vor über 100 Jahren – war dies der Fall. Was hat also den Niedergang dieser einst so mächtigen amerikanischen Druckmaschinenindustrie bewirkt? Bei der Ursachenforschung fällt auf, dass sich kaskadenförmig ablaufende Unternehmens-Zusammenschlüsse wie ein roter Faden durch seine Geschichte ziehen. Die Liquidation des Einzelnen erfolgte dabei so zu sagen stufenweise im Kollektiv. Man ist deshalb geneigt, von einem kollektiven Niedergang zu sprechen. Was beim Zusammenschluss kollektive Marktstärke versprach, endete in einem kollektiven Flop. Aber betrachten wir die Dinge an drei Fallbeispielen etwas konkreter:

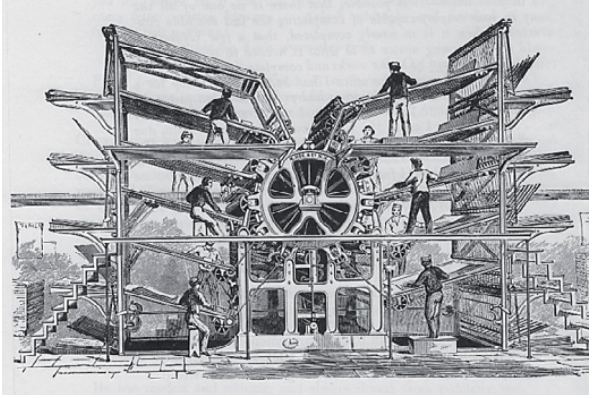
Die Hoe-Wood-Story

Da ist zunächst die ehemals so renommierte Firma R. Hoe & Co. in New York, die 1825 von Robert Hoe gegründet wurde und über vier Generationen im Familienbesitz blieb. Hoe & Co. ist nicht die Erfindung der Rotationsdruckmaschine zuzuschreiben – diese gelang dem späteren Konkurrenten William H. Bullock – aber man brachte sie zur Perfektion, indem Roberts Sohn Richard March Hoe, der „Colonel“, wie er sich gern mit seinem militärischen Dienstgrad nennen ließ, bzw. sein genialer Chefkonstrukteur Stephen D. Tucker den Falzapparat („Tucker-Falz“), die Wendestangen und den Rollenwechsler dazu erfand. Noch in den 1930er Jahren nahmen die Hoe-Zeitungsrotationen eine Spitzenstellung in der Welt ein und im heimischen Magazin-und Katalogdruck dominierten die riesigen Hoe-Buchdruck-Satelliten.

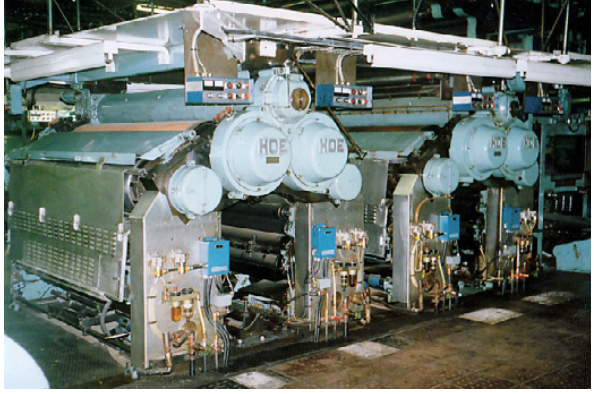
Robert Hoe (1784-1833), der Gründer der später weltweit berühmten Druckmaschinenfabrik R. Hoe, Inc. in New York, USA.

In diesem Mietshaus in New York begann Robert Hoe 1825 seine Firma zu gründen. Er war in jungen Jahren aus England nach USA ausgewandert und fand dort gute Pflegeeltern.

Doch mit dem aufkommenden Offsetdruck konnte man nicht mithalten. Die Aufträge blieben aus, da man zu lange auf den „Buchdruck-Dinos“ sitzen geblieben war, sodass man in finanzielle Schwierigkeiten geriet und 1970 von Wood-Industrie Inc. in Plainfield,, N.J., als ein Zusammenschluss zur Wood-Hoe, Inc. aufgefangen wurde.



Diese Monstermaschine mit 10 An- und Ablagern, genannt „Lightning Press“ (Blitz-Presse), von der Roberts Sohn Richard March 156 Stück in USA absetzten konnte, war der Vorläufer der Rotationsdruckmaschinen.



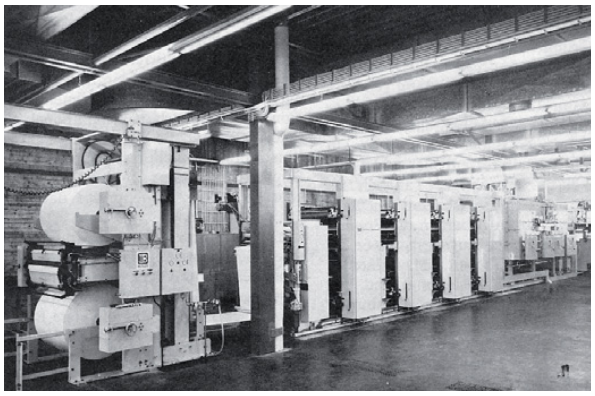
Diese Zeitungsdruckeinheiten der Firma HOE in New York, USA, waren in den 1930er Jahren die meistverkauften in der ganzen Welt. Auch die „Prawda“ in Moskau wurde darauf gedruckt.

Wood war 1909 von Henry A. Wise Wood gegründet worden und aus der Campell Printing Press Company (gegr. 1858) hervorgegangen, deren Präsident Wood war. Wood verband sein eigenes Unternehmen 1914 mit der Autoplate Company of America und konnte dadurch automatische Stereotypie-Einrichtungen zu seinen Rotationen liefern. 1928 wurde er „Hoflieferant“ der „New York Times“ wegen seiner fortschrittlichen Druckmaschinen-Technik. 1968 übernahm Wood die in Finanznot geratene, 1874 von Walter Scott gegründete Scott Printing Press Company, die noch 1894 die bis dahin größte Rotationsdruckmaschine der Welt an die Zeitung „Philadelphia Inquirer“ geliefert hatte. 1960 waren die Wood-Buchdruck-Rotationen in ihrer kompakten Technik (5er-Türme) so überragend, dass der Axel Springer Verlag in Berlin sie nach Europa holte und in Frankenthal unter dem Markennamen „Wood-Albert“ in Lizenz fertigen ließ. Wood diversifizierte neben seinen Zeitungsrotationen in Verpackungs- und Formulardruckmaschinen, sowie in Papierstreichmaschinen, woraus der Name Wood-Industries resultierte. Mit dem Offsetdruck hatte man selbst Probleme, weshalb die Verbindung mit Hoe das Unternehmen nicht davor bewahren konnte, um das Jahr 1980 von der MAN Roland Druckmaschinen AG übernommen zu werden, die das Unternehmen in einer Krise auf einen Vertriebs- und Service-Stützpunkt für die eigenen Produkte herunter fuhr. Schon vorher war der innovative Zweitouren-Schnellpressen/Bogenoffsetmaschinen-Hersteller Miller Printing Machinery Co. in Pittsburgh, Pennsylvania, unter das schützende Dach von MAN Roland gekrochen, nachdem er eine lange Odysee über Johannisberg, Fritz Werner und DIAG durchlaufen hatte. Bei KBA suchte die Motter Printing Press Company in York, Pennsylvania, Schutz, die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts von John C. Motter gegründet worden war, nach dem Zweiten Weltkrieg den Verpackungsdruck-Spezialisten Kidder-Stacy in Springfield, Massachusetts, übernommen hatte und sich bei Tiefdruck- und Flexodruckmaschinen einen guten Namen geschaffen hatte. Heute dient dieses Unternehmen, wie es scheint, auch KBA nur noch als Service-Stützpunkt für die eigenen Produkte in USA.

Die Harris-Story

Als die Brüder Alfred F. (Al) und Charles G. (Charlie) Harris 1895 die Harris Automatic Press Company in Niles, Ohio, gründeten, konnten sie nicht ahnen, dass daraus einmal ein Weltkonzern mit 14 Einzelunternehmen und 14 000 Mitarbeitern (1970) werden würde. Der deutsche Emigrant Caspar Hermann hatte den Harris-Brüdern 1904 durch Umbau ihrer Buchdruck-Bogenmaschinen seine erste Bogenoffsetmaschine entwickelt und verkauft. 1926 übernahmen sie die Premier Potter Press Company und wurden damit auch Eigentümer der Parallelerfindung der Bogenoffsetmaschine durch Ira W. Rubel zum gleichen Zeitpunkt. Charles Potter hatte das Unternehmen 1865 in Plainfield, N. J., zusammen mit seinem Partner,

In diesem Holzhaus gründeten die Brüder Alfred und Charles Harris 1895 ihre Harris Automatic Press Company in Niles, Ohio, USA, indem sie zunächst Bogenanleger für andere Druckmaschinenhersteller bauten



Mit dieser Akzidenz-Rollenoffsetdruckmaschine M-1000 wurde Harris 1975 Marktführer in dieser Kategorie von Druckmaschinen.

J.F. Hubbard, ins Leben gerufen. Zuvor, bis 1864, war Potter der New Yorker Agent der Cottrell & Babcock, Inc., in Westerley, Rhode Island, die 1855 entstanden war und bereits 1876 in Konkurs ging.

1917 zog Harris von Niles nach Cleveland um und akquirierte die dort ansässige Seybold Machine Company, was zu der Namensänderung Harris-Seybold, Inc. führte. 1953 übernahm Harris zusätzlich die im Rollenoffsetmaschinenbau versierte C. B. Cottrell & Sons Company in Westerley, Rhode Island, die Calvert B. Cottrell 1880 aus der Taufe hob, nachdem er schon 1855 zusammen mit Nathan Babcock eine Vorgängerfirma geschaffen hatte, die, wie bereits oben erwähnt, 1855 in Konkurs ging und auch Babcock zu einer Neugründung, der bekannten Dampfkesselfabrik Babcock & Wilcox, veranlasste. In Cleveland übernahm Harris-Seybold 1956 die Macey Manufacturing Co. und fühlte sich 1957 stark genug, den neben Linotype prosperierenden Setzmaschinen-Hersteller Intertype Corporation in seinen wachsenden Konzern integrieren zu können. Damit stieg Harris-Seybold unter dem neuen Namen Harris-Intertype Corporation in den Vorstufenbereich ein und diversifizierte mit Gates Radio in Quincy, Illinois, auch in die Lang- und Kurzwellen-Sendetechnik. In das große Geschäft mit Rüstungsaufträgen stieg Harris ein, als 1959 die PRD-Electronics (Polytechnic Research & Development) vom Polytechnic Institute of Brooklyn hinzukam, ein Unternehmen, das gut bezahlte Mikrowellen-Übertragungssysteme, sowie entsprechende Messgeräte für das Militär herstellte.

Unter dem rührigen Harris-Präsidenten Richard Tullis wurden ab 1961 die Firmen Ghormy, Shriber und Sheridan, sowie die Aktienmehrheit bei der schon seit 1847 bestehenden Marinoni S .p. A. (Rollenoffset) in Frankreich und OMCSA (Bogenoffset) in Italien erworben. 1966 kam mit der Langston Company in Camden, N. J., ein Hersteller von Wellpappenmaschinen, hinzu. 1967 ging Harris-Intertype mit der Radiation, Inc. in Melbourne, Florida, zusammen und stieg damit ganz groß in das Raumfahrt-Geschäft beim nahen Kennedy-Space Center ein. In diesem Umfeld hatte der Druckmaschinenbau keine Bleibe, weshalb er bald abgestoßen wurde und auf Umwegen (AM Graphics) zusammen mit der Weiterverarbeitung von Sheridan im Jahr 1988 bei der Heidelberger Druckmaschinen AG landete. Diese gab die Neuerwerbung jedoch zu Beginn dieses Jahrtausends im Rahmen ihrer Restrukturierungsmaßnahmen und Konzentration auf das Bogenoffsetdruckgeschäft an die Goss Graphic Systems Inc. ab.

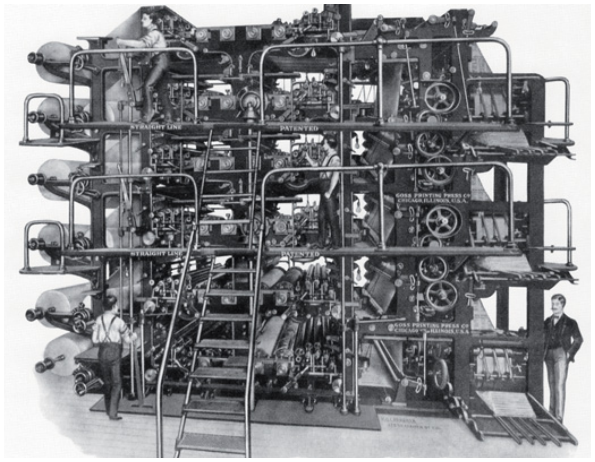
Die Goss-Story

Die Brüder Frederick Llewellyn (Fred) und Samuel George (Sam) Goss hatten zusammen mit Jacob Walser ihr Unternehmen 1885 in Chicago gegründet. Es entwickelte sich neben Hoe zu einem der führenden Druckmaschinen-Hersteller und löste später Hoe in der internationalen Spitzenstellung bei Zeitungsrotationsmaschinen ab. Im Jahre 1907 erwarb Goss von den Brüdern Joseph und Paul Cox deren Duplex Printing Press Company in Jackson, Michigan, in der sie Flachform-Rotationsmaschinen herstellten, die den modernen Zeitungsdruck auch kleinen Verlagen öffnete. Der Erfolg veranlasste Paul Cox 1910 mit der „Comet“ ein größerformatiges Modell für Goss zu konstruieren und mit der „Cox-O-Type“ schließlich auch eine schnellere Variante auf den Markt zu bringen. 1925 übernahm Goss den Falzmaschinenhersteller Talbot Dexter in Fulton, N. Y., und 1957 den erfolgreichen Bogendruckmaschinen-Hersteller The Miehle Company (1885 von Robert Miehle gegründet). Das Unternehmen firmierte danach unter der Abkürzung MGD für Miehle-Goss-Dexter, Inc. 1968 wurde MGD von dem mit Militäraufträgen und dem Bau von Geschäftsflugzeugen gut ausgelasteten Maschinenbaukonzern North American Rockwell, Inc. übernommen und danach als Rockwell International’s Graphic Division geführt.

In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre konzentrierte sich Rockwell auf ihr Kerngeschäft und stieß den Druckmaschinenbau ab. Verschiedene Investmentfirmen wurde Eigentümer von Goss Graphic Systems, Inc. (u. a. Stonington Partner, New York) und man sprach zeitweise sogar von

Von den beiden Brüdern, die das Unternehmen 1885 gründeten, war Samuel (Sam) Goss der Konstrukteur, während Fred Goss die Aufträge herbeischaffte

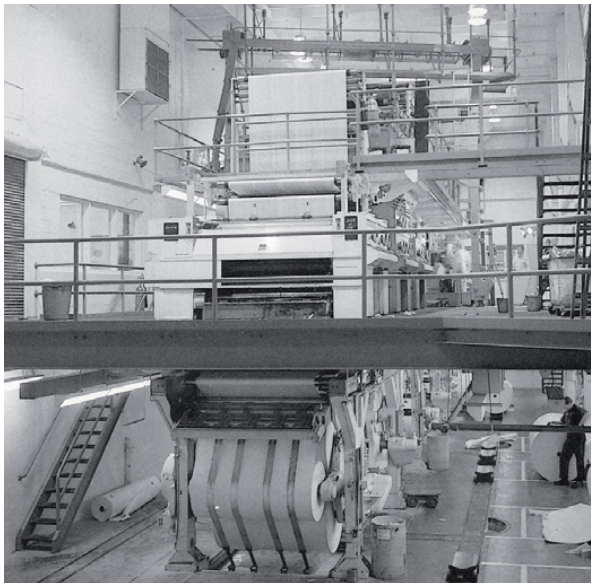
einem Management-Buy-out unter dem Goss-Präsidenten Robert (Bob) Kuhn. Harte Zeiten brachen für das Unternehmen an, in denen es sogar zwei Mal durch das Prozedere des „Chapter Eleven“ (Gläubigerschutz) gehen musste. Im Rahmen der letzten Sanierung wurde die eigene Fertigung in USA aufgegeben und die Belieferung des amerikanischen Marktes durch die Werke in Europa (Preston, England und Nantes, Frankreich), sowie der in China (Shanghai) und Japan (Sayama) vorgenommen. Mit der Übernahme des Rollenoffsetdruckmaschinen von Harris erhielt die Goss Inc. zwar wieder eine Fertigung in USA (Dover, New Hampshire) und zudem eine Erweiterung ihres Lieferprogramms auf dem Akzidenzdruck-Rollenoffsetmaschinen-Sektor (Sunday Press), doch blieb ihr der Aufstieg zur früheren Stärke seither verwehrt.



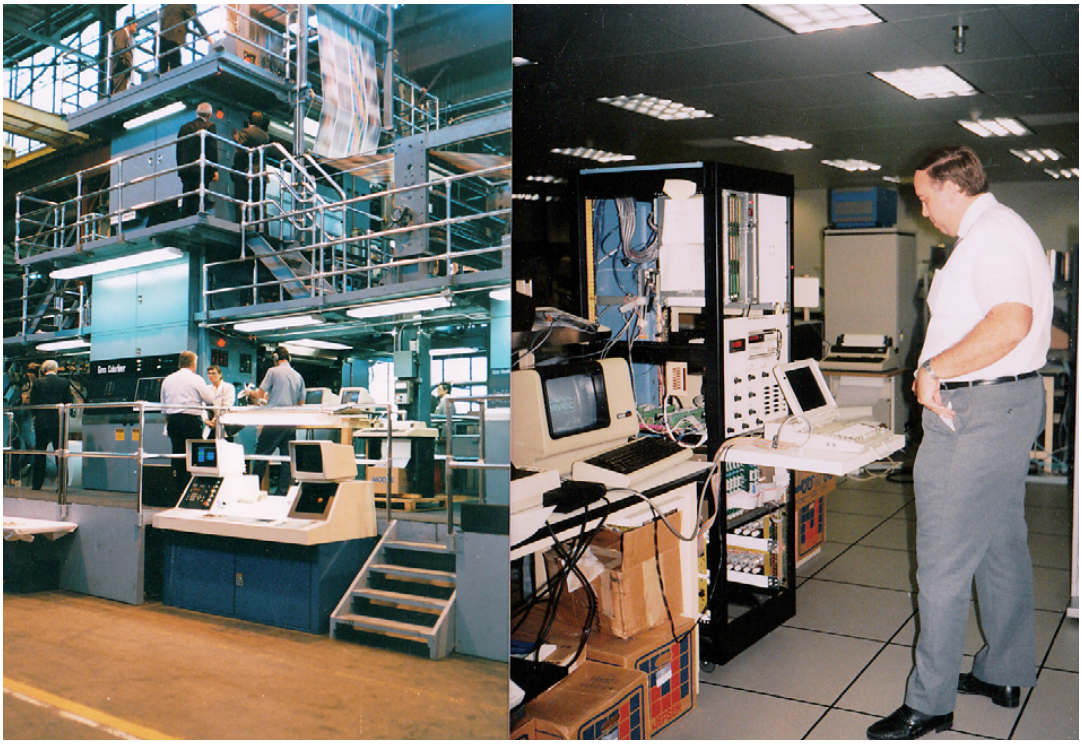
Nur mit solchen mehrstöckigen Rotationsdruckmaschinen konnten in den 1920er und 1930er Jahren die Riesenauflagen der nordamerikanischen Großstadtzeitungen pünktlich herausgebracht werden.

Diese GOSS-Headliner Buchdruck Zeitungsrotationsmaschinen lösten die Führungsposition der HOE-Maschinen nach dem Zweiten Weltkrieg ab und setzten diesen Erfolg auch bei den Offsetdruckmaschinen fort.

Es sei in diesem Zusammenhang an die Innovationen des Unternehmens in den 1960er bis 1980er Jahre erinnert, als man aufwändig eingerichtete Entwicklungslabors in Chicago und später im nahe gelegenen Westmont unterhielt und mit fortschrittlichen Produkten wie der ersten doppelbreiten Offset-Zeitungsrotation (Metro), mit frühen Achtertürmen (Colorliner) und mit von konventionell auf zonenfrei und umgekehrt umschaltbaren Kurzfarbwerken, sowie K.I.-basierten Diagnose-Systemen Highlights im internationalen Markt setzte. Erinnert sei aber auch an protektionistische



Mit der doppelbreiten GOSS-Metro Zeitungsoffsetdruckrotation begann Mitte der 1960er Jahre das Flachdruckverfahren den Buchdruck bei Zeitungen zu verdrängen. GOSS war damals Marktführer.



Während der Zeit, als Goss noch zum Rockwell-Konzern gehörte, betrieb man in Westmont, Illionois, ein aufwändig eingerichtetes Forschungs- und Entwicklungslabor – hier der Testlauf der Achterturm-Zeitungsrotation „Goss Colorliner“.

Maßnahmen, wie sie in den 1990er Jahren mit auf Messen verteilten „Buy American-Pins“ und bei der US-Administration durchgesetzten Anti-Dumping-Strafzöllen für Import-Druckmaschinen durchsetzte. Diese erwiesen sich jedoch als nicht besonders wirksam und trieben die US-amerikanischen Kunden eher noch mehr den japanischen und deutschen Import-Firmen zu.

Was kann der deutsche Druckmaschinenbau daraus lernen?

Auch im deutschen Druckmaschinenbau traten einige Zeit vor und zu Beginn der 1990er Jahre (Wiedervereinigung) starke Konzentrationsbewegungen, d. h. Firmenzusammenschlüsse auf (MAN-Roland-Plamag-Miller-Johannisberg, Koenig & Bauer-Albert-Plamag, Heidelberg-Harris-Stahl-Linotype-Hell etc.). Darüber hinaus verabschiedeten sich Großkonzerne wie RWE und MAN von ihren Druckmaschinenbau-Beteiligungen, weil sie sich angeblich auf ihre Kerngebiete konzentrieren wollten, aber wohl auch, weil sie keine großen Wachstumsmärkte und Renditeerwartungen mehr darin sahen. Schon jetzt zeigt sich, dass Firmenzusammenschlüsse, wie es auch im obigen Beispiel des amerikanischen Druckmaschinenbaus gezeigt wurde, nicht zur Besserung der eigenen Situation führten, sondern die Probleme eher verstärkten, weil mehr Standorte versorgt werden müssen. Dies tritt besonders in Krisenzeiten wie der gegenwärtigen zutage, wenn Einbrüche in den Auftragseingängen von bis zu 40% zu verkraften und Reserven aufgebraucht sind.

Allein richtige Innovationen zum richtigen Zeitpunkt und auf die Markterfordernisse genau zugeschnitten, können hier zu erneuter Prosperität führen. Es müssen Produkte sein, auf die die Druckereien auch in Krisenzeiten nicht verzichten können, um nicht ihre Marktposition zu verlieren. Die enorme Bahnverbreiterung und sprunghafte Geschwindigkeitssteigerung bei Tiefdruckmaschinen Mitte der 1970er Jahre während der Ölkrise war solch eine Innovation, doch diese Maßnahme lässt sich nicht bis zur Unendlichkeit weiterführen, zumal sie auch die Stückzahlen von absetzbaren Maschinen reduzieren. Und es braucht dazu den vollen Einsatz der Beschäftigten unter Hintanstellen der eigenen Wünsche und Freizeit. Dass dabei Verlierer auf der Strecke bleiben, d. h. Firmen, die bei den Innovationen nicht mithalten können, von der Bildfläche verschwinden, ist leider bei der auf unerbittlicher Konkurrenz basierenden sozialen Marktwirtschaft, unumgänglich, sollen am Ende nicht alle wie bei der Planwirtschaft (siehe DDR) untergehen.

PROF. DR.-ING. CHRISTOPH HARS, PROF. DR.-ING.EDGAR DÖRSAM
INSTITUT FÜR DRUCKMASCHINEN UND DRUCKVERFAHREN DER TU DARMSTADT

DIE GESCHICHTE VON LEHRE UND FORSCHUNG FÜR DRUCKMASCHINEN UND DRUCKVERFAHREN

Die Geschichte des heutigen „Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren“ des Fachbereichs Maschinenbau der TU Darmstadt begann mit dem Jahr 1952. Auf Anregung und mit erheblicher Unterstützung durch die seinerzeitige westdeutsche Druckmaschinenindustrie entschied sich die damalige Fakultät für Maschinenbau der TH Darmstadt mit Hilfe des Landes Hessen, das „Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren“ zu gründen. Noch heute ist in dem Kürzel „IDD“ der historische Ausgang des Fachgebiets lebendig. !“

Aus einer kleinen Schar führender Männer der damaligen westdeutschen Druckmaschinenindustrie ist für die Gründung des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt besonders der damalige Geschäftsführende Gesellschafter der Darmstädter Maschinenfabrik Goebel GmbH, Herr Dr. med. Dr.-Ing. h.c. Wilhelm Köhler, hervorzuheben. Herr Dr. Köhler hatte sich einerseits bei den Druckmaschinenherstellern für die TH Darmstadt eingesetzt, zugleich aber auch das Interesse und die Bereitschaft seitens der TH Darmstadt und des Landes Hessen an einem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren in der Fakultät für Maschinenbau geweckt.

Der Saal S1/03 Nr. 283 im alten Hauptgebäude der Technischen Universität Darmstadt, 1895 als repräsentative Aula errichtet, heißt bereits seit 1957 „Wilhelm Köhler-Saal“ in Anerkennung der besonderen Verdienste von Herrn Dr. Köhler für die Hochschule. Für die Leitung des zu gründenden Instituts votiert die Industrie für den in der Druckmaschinenbranche bewährten und weithin geschätzten Fachmann Wolfram Eschenbach. Der aus Rosenheim gebürtige Wolfram Eschenbach wurde am 15.09.1952 in eine Diätendozentur an die TH Darmstadt berufen. Wenige Tage später findet am Freitag, dem 03. Oktober 1952, zugleich als Gründungssitzung die 1. Mitgliederversammlung für ein „Kuratorium des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt“ [50] statt, dem neben drei Vertretern der Hochschule Verantwortliche der fördernden Druckmaschinenindustrie angehören.

Die Niederschrift zu dieser Gründungssitzung vermittelt eindrucksvoll das Engagement der Stifterfirmen und die unbedingte Bereitschaft aller Beteiligten, umgehend zu entscheiden. So werden bereits die Mittel für den zweiten Bauabschnitt beschlossen. Die Gelder für „den ersten Bauabschnitt“ müssen also von den Stifterfirmen schon bereitgestellt worden sein ohne eine schriftlich fixierte Vereinbarung. Mündliche Abmachungen hatten also Bestand – auf beiden Seiten. Erstmals und vielleicht eher zufällig erscheint in dieser Niederschrift auch die spätere Bezeichnung „Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren“. [1]

Herr Dr. Köhler appelliert an seine Industriekollegen im Kuratorium, ihren Beitrag aufzustocken, damit auf ERP-Mittel verzichtet und das Institut eine uneingeschränkte Institution der TH Darmstadt werden kann. Daraufhin stifteten:

Schnellpressenfabrik AG, Heidelberg 50.000 DM

Wolfram Eschenbach 2.5.1896, Rosenheim. Oberrealschule, Passau. Höhere Technische Staatslehranstalten, Nürnberg. 1915 Prüfung als Maschineningenieur. 1916–1919 Wehrdienst. 1919 Ergänzungskurse zur Erlangung der Hochschulreife. 1919 Hochschulreife. 1919–1924 Studium an den Universitäten Würzburg und Halle, davon sechs Semester Mathematik und Physik. 1924 Promotion zum Dr. rer. pol., Universität Würzburg. 1920–1924 Praktikum und Werkstudent bei Nischnitz, Halle a. d. Saale. 1925–1930 Oberingenieur in der Schnellpressenfabrik Albert Frankenthal. 1931–1932 Betriebsleiter bei Schmidt & Co., Düsseldorf (Waagen- und Transportanlagen). 1932 Technisches Zusatzstudium München. 1933–1943 Oberingenieur und Betriebsdirektor bei der Vomag (Druckmaschinenhersteller in Plauen). 1943–1945 Technischer Leiter bei Weischlitz, Plauen (feinmechanische Werkstätte, Maschinenfabrik). 1945–1947 Tätigkeiten bei Klemm und Göschel, München, und beratender Ingenieur bei der Starrbau GmbH, München. 1948–1953 Oberingenieur und Handlungsbevollmächtigter bei Keller & Knappisch, Augsburg (Bogenanleger und Kommunalfahrzeuge). Während seiner Industrietätigkeit leitete Dr. Wolfram Eschenbach über 14 Jahre auch die jeweiligen Werkschulen. 1952 Vereidigung als Diätendozent für Druckmaschinen und Druckverfahren. 1956 Außerplanmäßiger Professor. 1959 Außerordentlicher Professor für Druckmaschinen und Druckverfahren. Gleichzeitig Direktor des Institutes für Druckmaschinen und Druckverfahren. 1964 Ernennung zum persönlichen Ordinarius und ordentlichen Professor. 1964 Emeritierung. Bis Ende 1965 Kommissarische Wahrnehmung der Aufgaben des Professors und Institutsdirektors. Gestorben 05.10.1985.

Faber &: Schleicher AG, Offenbach	30.000 DM
Goebel AG, Darmstadt	30.000 DM
Schnellpressenfabrik Frankenthal Albert & Cie. AG	25.000 DM
Schnellpressenfabrik Koenig & Bauer AG, Würzburg	15.000 DM
Gesamt	**150.000 DM**

Bei diesen Zahlen vergegenwärtige man sich heute, fünfundfünfzig Jahre später, dass (laut Statistisches Bundesamt) ein Arbeitnehmer der damaligen Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1950 durchschnittlich pro Monat 243,00 DM brutto verdient hat.

Die Löhne 1952, 1953 hatten sich sicher noch nicht weit von denen des Jahres 1950 entfernt. Bei den zugesagten Geldern handelte es sich also für die damalige Zeit um beachtliche Beträge, zu denen sich die Stifterfirmen, die im Tagesgeschehen einander harte Konkurrenten waren, aus gemeinsamem Gestaltungswillen freiwillig verpflichteten. Wie die Niederschrift zeigt, einigte man sich auch nicht auf eine Minimallösung, sondern auf „eine komplette Fertigstellung des gesamten Gebäudes." Die Räumlichkeiten des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren wurden neu geschaffen und gingen nicht zu Lasten anderer Einrichtungen der Hochschule. Errichtet wurden sie in der Fassade der einstigen großherzoglichen Infanteriekaserne, so ist aus den Darstellungen zu vermuten. Der Eingang zum IDD liegt zu dieser Zeit unter dem zweiten Torbogen von der Alexanderstraße aus. Die offizielle Einweihung und Eröffnung des Institutes erfolgt am Samstag, dem 10. Oktober 1953, also sehr genau ein Jahr nach der zitierten Gründungssitzung des Kuratoriums. Das Datum war aus Anlass des 50-jährigen Bestehens der Fachgemeinschaft Druck- und Papiermaschinen innerhalb des VDMA, dem Verband Deutscher Maschinenbauanstalten, gewählt worden. In seinem Festvortrag [52] schildert Wolfram Eschenbach das Institutsgebäude: „Großzügige Spenden der Druckmaschinenindustrie und namentlich die zähe Aufbauarbeit der Herren des Kuratoriums haben dies ermöglicht. Das aus Mitteln der Industrie durch das Staatliche Hochschulbauamt errichtete Institutsgebäude bildet eine Fortsetzung des Nordflügels des Instituts für Papierfabrikation. Entsprechend den gestellten Aufgaben: Demonstrationen und Forschungen an Druckmaschinen, Unterweisungen in sämtlichen Druckverfahren, Materialprüfungen und Sammlung des Schrifttums nebst Dokumentation ist die Raumeinteilung wie folgt: Die schweren Druckmaschinen befinden sich im Erdgeschoß, das auch eine kleine Hauswerkstatt aufnimmt. Im Kellerraum ist die Klimaanlage für die Maschinenhalle untergebracht, ebenfalls sind dort die Betriebsmittel gelagert. Der 1. Stock erhält die Einrichtungen für alle Druckverfahren; Durchführung des Siebdruckes und xerographischer Druckverfahren ist geplant. Im 2. Stock befinden sich der Feinmessraum (Instrumentenzimmer), der Archiv- und Lehrmittelraum sowie die Verwaltungsräume." Schon 1957 kann Wolfram Eschenbach das Institut durch einen Vorbau zur Magdalenenstraße erweitern.

Am 02.01.1953 nimmt Wolfram Eschenbach seine Tätigkeit als Leiter des neuen Instituts offiziell auf, und in Übereinstimmung mit der Niederschrift zur Gründungssitzung des Kuratoriums vom 03.10.1952 weist das Institut für 1953 insgesamt vier Mitarbeiter aus. Neben dem Institutsleiter Wolfram Eschenbach sind dies eine Sekretärin, ein Werkstattmeister und ein erster wiss. Mitarbeiter, Dipl.-Ing. Kurt Wagenbauer.

Die Rückansicht des Institutgebäudes Druckmaschinen und Druckverfahren im Jahr 1953 vom heutigen Mensahof aus.

Die erste Vorlesungsreihe „Druckmaschinen" beginnt Wolfram Eschenbach mit dem Wintersemester 1953/54. Den zahlenmäßig stärksten Zuspruch findet seine Einführungsvorlesung für alle angehenden Maschinenbauer, was das IDD innerhalb der Fakultät bekannt macht. Beschlossen wird ein eigenständiger Studienabschluss für einen Diplom-Ingenieur für Druckmaschinen und Druckverfahren. Die Anzahl der Mitarbeiter wächst in den ersten Jahren langsam, aber stetig [53]. Auf einer Festveranstaltung am 12.04.1958 berichtet Wolfram Eschenbach: „Das Darmstädter Institut ist mit zahlreichen Leihmaschinen der Druckmaschinenindustrie sowie mit einer stattlichen Anzahl moderner Forschungsmittel ausgerüstet und weist z. Zt. 14 Mitarbeiter, davon 5 Wissenschaftler, auf." 1961 wird unter Einrechnung von zwei gewerblich Auszubildenden eine Zahl von 25 Mitarbeitern erreicht. Auf diesem Niveau

pendelt sich die Mitarbeiterzahl ein; sie schwankt über viele Jahre zwischen 20 und 30. Erst in der wirtschaftlich schwierigen Zeit zwischen Mitte der neunziger Jahre und dem Jahrtausendwechsel sinkt die Mitarbeiteranzahl einmal wieder ab auf 15 bis 20.

Ein „Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren" an einer Technischen Hochschule sieht Wolfram Eschenbach in erster Linie begründet in dem Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern in der Druckmaschinenindustrie und auch in der Druckindustrie. Er bringt letztlich aber auch zum Ausdruck, dass die Druckmaschine und in ihrem Gefolge die Druckverfahren, aus denen sich die konstruktiven Anforderungen der Druckmaschine ableiten, auch für den Studenten des Allgemeinen Maschinenbaus von Wert seien.

In einem Entwurf vom 21.10.1955 über die Bedeutung des akademischen Lehrfaches Druckmaschinen und Druckverfahren äußert er sich mit den Worten: *„Das vorliegende Teilgebiet der Technik bietet als akademisches Lehrfach ein fruchtbares Arbeitsfeld für den Einsatz der verschiedenen Ingenieurswissenschaften. Die technisch sehr interessanten Mechanismen der Druckmaschinen für die verschiedenen Druckverfahren weisen eine Fülle von konstruktiven, kinematischen und dynamischen Problemen auf. Weiterhin sind die Vorgänge beim Druckablauf komplexer Natur, so dass die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen, den Druckvorgang beeinflussenden Faktoren noch weitgehend der Klärung bedürfen. Im Rahmen der Druckverfahren werden u. a. behandelt: Probleme der Bedruckbarkeit, der Farbspaltung, der Reproduktionstechnik und der Druckformenherstellung. Im Ausland sind Teilgebiete dieser Fachrichtung bereits akademisch vertreten."* Absolventen der ersten Jahrgänge gründen am 6. Juni 1955 [58] nach dem Vorbild des APV – „Akademischer Papieringenieur Verein" einen „Verein Darmstädter Druckingenieure" mit dem Kürzel VDD. Nur knapp zwanzig Jahre später, nämlich 1973, sieht sich der stetig wachsende Verein genötigt, sich auch Nicht-Darmstädtern zu öffnen. Unter Beibehaltung des Kürzels VDD nennt er sich seitdem „Verein Deutscher Druckingenieure".

Der VDD hat das IDD auf vielfältige Weise unterstützt. Er spendierte und unterhält nach wie vor am IDD eine VDD-Bibliothek mit den gängigsten Lehrbüchern für das Maschinenbaustudium.
Regelmäßig finden in Kooperation von VDD und IDD Seminare in Form kleinerer Vortragsveranstaltungen statt, bei denen überwiegend externe Referenten aus der Druck- und Druckmaschinenindustrie, aber auch aus anderen Bereichen mit Bezug zum Drucken oder der Informationsverarbeitung zu Wort kommen. Der VDD hat auch für seine Mitglieder große Reisen zu internationalen Fachtagungen durchgeführt und damit zugleich die Kontakte untereinander gefördert. Heute hat der VDD knapp 200 Mitglieder und bietet unvermindert ein großartiges Forum zum Gedankenaustausch und persönlichen Kontakt über die Grenzen der am Markt unter heftigem Konkurrenzdruck stehenden Unternehmen der Druck- und Druckmaschinenindustrie. Der Ursprung des VDD aber liegt in Darmstadt. Im Wesentlichen sind es wieder Verantwortliche der Stifterfirmen, die ebenfalls im Jahr 1955, nämlich am 21.10.1955, eine „Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e. V." (FGD) gründen [58], um firmenübergreifend gemeinsam interessierende Forschungsvorhaben aus dem eigenen Tätigkeitsfeld zu formulieren und durch das IDD wissenschaftlich bearbeiten zu lassen, wobei durchaus auch eine Förderung mit öffentlichen Mitteln angestrebt wird. Auf diese Weise möchte man junge Wissenschaftler für die Welt des Druckens und insbesondere des Druckmaschinenbaus gewinnen. Es liegt keine Unterlage vor, aber es ist zu vermuten, dass sich mit der Gründung der FGD das Kuratorium, das den Aufbau des Instituts betrieben und sein Wachsen nach Kräften gefördert hat, nun seine Aufgabe als erfüllt ansehen kann, sich auflöst und in der FGD aufgeht. Die FGD begleitet und fördert die ersten Jahre ausschließlich das IDD, seit der politischen Wende 1989/90 aber auch weitere Hochschulinstitute durch Forschungsvorhaben, die in regelmäßigen Sitzungen von Arbeitskreisen und eines Technischen Beirats aus dem Kreis der Industriemitglieder heraus zunächst thematisch angeregt, von den Hochschulinstituten formuliert, von den FGD-Mitgliedern ausgewählt und beschlossen und schließlich nach Zusage ergänzender öffentlicher Förderung zur Bearbeitung genehmigt werden.

Mit Förderung durch die FGD kann Wolfram Eschenbach mit seinem Institut die folgenden Forschungsvorhaben bearbeiten:

1. Untersuchung der Spannungsverteilung und der Größe der Spannungen im laufenden Papierstrang an Rotationsdruckmaschinen (1955–1959)
2. Erfassung von schnellablaufenden Bewegungsvorgängen an Druckmaschinen (1958–1961)

3. Untersuchung über das dynamische Verhalten von Druckwerken (1958–1960)
4. Untersuchung der die Trocknung in Tiefdrucktrockenanlagen beeinflussenden Faktoren (1958–1960)
5. Untersuchung über den Einfluss der Geschwindigkeit auf wesentliche Faktoren des Druckprozesses in Rollen-Tiefdruckmaschinen (1961–1966)
6. Untersuchung der Farbverteilung in Walzenfarbwerken von Druckmaschinen (1962–1971)
7. Untersuchung der dynamischen Deformation von Farbwalzen (1963–1968)

Angesichts der harten Wettbewerbssituation zwischen der Mehrzahl der mit den Stifterfirmen vertretenen Druckmaschinenherstellern ist es stets schwierig gewesen, Forschungsvorhaben zu finden, deren Bearbeitung und Ergebnisse dem einzelnen Mitglied nützlich sein konnten, ohne damit die speziellen Erfahrungen und Kenntnisse der einzelnen Firmen preiszugeben. Durchweg hören in jedem Semester 15 bis 20 Studenten die Fachvorlesungen von Wolfram Eschenbach. Wolfram Eschenbach bietet eine viersemestrige Vorlesungsreihe an. Die Vorlesung I ist den Druckverfahren gewidmet, die Vorlesungen II bis IV gehören den Druckmaschinen. Da das Drucken seinerzeit noch vielgestaltig, in viele Einzelschritte unterteilt war, ist auch die Anzahl der in der Vorlesungsreihe angesprochenen Themen groß. Die Belegerzahlen für das Wintersemester 1965/66 zeichnen ein Bild von dem Übergang in der Leitung des Instituts von Wolfram Eschenbach zu seinem Nachfolger Karl R. Scheuter[2]. Für dieses Wintersemester werden Studienveranstaltungen beider Professoren ausgewiesen: Wolfram Eschenbach liest noch einmal „Drucktechnik und deren Maschinen I (Druckverfahren)“ mit zehn eingeschriebenen Studenten, und Karl R. Scheuter liest „Drucktechnik und deren Maschinen III (Rotationsmaschinen, Hochdruck, Tiefdruck, Offsetdruck)“ mit fünfzehn eingeschriebenen Hörern, dazu ein „Drucktechnisches Praktikum III“ mit zwölf Studenten. Wolfram Eschenbach veranstaltet zur gleichen Zeit noch einmal ein „Drucktechnisches Praktikum I“, macht „Konstruktionsübungen“ und gibt „Anleitung zur Diplomarbeit“, alles zusammen mit vierzehn Belegungen. Bis zum Jahresende 1965, also unmittelbar vor der Übernahme der Leitung des IDD durch Karl R. Scheuter waren es exakt 50 Personen, die für eine kürzere oder längere Zeit Mitarbeiter des IDD gewesen waren bzw. ihre Mitarbeit aufgenommen hatten. Unter der Leitung von Wolfram Eschenbach sind am IDD die nachstehenden Dissertationen und eine Habilitationsschrift entstanden:

[23] WAGENBAUER, K.: Beiträge zum Druckprozeß bei Offset-Bogenrotationsmaschinen, Dissertation THD (1959)
[24] WIRZ, B.: Beiträge zum Problem der Auslegung von Farbwerken an Rotationsmaschinen des Hoch- und Flachdruckes, Dissertation THD (1963)
[25] GREINER, H. M.: Untersuchung über Gießaggregat und Gußprodukt von Schnellsetzmaschinen, Dissertation THD (1964)
[26] MUTH, E.: Über den Papierlauf in Rollenrotationsmaschinen und die Optimierung der Rollenwechselvorrichtungen, Dissertation THD (1965)
[27] WAGENBAUER, K.: Studien zum Farbübertragungsprozeß in Druckwerken, Habilitationsschrift THD (1964)[2]

Wolfram Eschenbach wird im September 1964 emeritiert. Seine Zeit am IDD ist für die Druckmaschinenindustrie von einem großen Umbruch geprägt. Hatte der Buchdruck (ein Hochdruckverfahren) Anfang der fünfziger Jahre des zwanzigsten Jahrhundertsnoch absoluten Vorrang, so sah Wolfram Eschenbach schon frühzeitig die kommende Bedeutung des Flachdrucks (Offsetdruck) voraus. Am 04. Januar 1966 übernimmt Karl R. Scheuter die Leitung des Instituts. Karl R.Scheuter kommt aus der Schweiz, hatte an der ETH Zürich ein grundlagenorientiertes Studium des Maschinenbaus absolviert und hatte nach mehreren Stationen in der Industrie in den seiner Berufung unmittelbar vorausgegangenen fast acht Jahren und seit 1960 als Vizedirektor die Technische Leitung der Firma Wifag inne, des größten und bedeutendsten Herstellers von Rollenrotationsdruckmaschinen in der Schweiz mit Sitz in Bern. Als er diese Aufgabe übernahm, so sagteKarl R. Scheuter später einmal scherzhaft, habe er vom Drucken nur soviel

[2] Karl R. Scheuter 04.11.1919, Zürich. 1926–1932 Primarschule. 1932–1934 Sekundarschule. 1934–1938 Kantonale Oberschule. 1938–1944 Studium des Allgemeinen Maschinenbaus ETH Zürich. 1944–1947 wiss. Mitarbeiter bei Ackeret am Institut für Aerodynamik ETH Zürich, Arbeitsgebiet: Strahltriebwerke. 1947–1949 Fa. Buss AG, Pratteln, Bau von Dampfkesseln und Knetmaschinen. 1949–1953 Fa. Egger & Co. Cressier, Pumpenbau, Prokura. 1953–1958 Fa. Sifrag Bern, Kältetechnik, Leitung, Konstruktion. 1958–1965 Fa. Wifag Bern, Druckmaschinen, Technische Leitung, 1960 Vizedirektor Leitung der Konstruktionsabteilungen, der technischen Entwicklung, Aufbau der Forschungsabteilung. 1966–1986 o. Professor THD für das Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren. 1986 Emeritierung. Träger der Friedrich Koenig Medaille.

gewusst, als dass sein Großvater einst eine Druckerei besessen hätte. Der Werdegang von Karl R. Scheuter ist damit ein eindrucksvolles Beispiel, wie wichtig und richtig eine grundlagenorientierte akademische Ausbildung ist. Unter Karl R. Scheuter erfolgt 1967 ein weiterer Ausbau des Instituts.

Der Eingang zum IDD wird nun zur Magdalenenstraße verlegt; es entsteht ein neues, großes Treppenhaus, von dem aus Zugang besteht zu den Werkhallen im Erdgeschoss, zu den Seminar-,Labor- und Assistentenräumen des ersten Stockwerks und zum Sekretariat mit dem dahinter liegenden Zimmer für den Institutsleiter, zur Bibliothek und weiteren Assistentenräumen des zweiten Stockwerks. Im Zuge der Hochschulreform zu Beginn der siebziger Jahre änderte der Fachbereich Maschinenbau der TH Darmstadt sein Ausbildungskonzept und konzentrierte sich fortan auf die Ausbildung eines akademischen Ingenieurs des Allgemeinen Maschinenbaus.

Sinnvolle Ausnahme blieben die Papieringenieure und die Wirtschaftsingenieure. Der spezialisierte Ingenieur einer Fachrichtung Druckmaschinen und Druckverfahren wurde aufgegeben. Stattdessen wurde das Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren nun in das Studium des Allgemeinen Maschinenbaus eingegliedert. Die Vorlesungsreihe „Druckmaschinen“ wurde in den Wahlpflichtbereich III und die Vorlesungsreihe „Druckverfahren“ in den Wahlpflichtbereich IV aufgenommen. Karl R. Scheuter unterstützte mit den Vorlesungen seines Fachgebiets das Anliegen des Fachbereichs Maschinenbau,einerseits dem – in diesem Fall – speziell für die Technik des Druckens interessierten Studenten eine breite Grundlage für seine erhoffte Berufstätigkeit zu sichern, zugleich aber auch dem Studenten des Allgemeinen Maschinenbaus wertvolle Anregungen für eine spätere Tätigkeit in anderen Anwendungsbereichen zu geben.

Karl R. Scheuter interessierte stets – und so auch in der Drucktechnik – das Grundsätzliche. Seine mehr als zwanzig Jahre währende Tätigkeit als Leiter des Fachgebiets für Druckmaschinen und Druckverfahren ist vor allem verbunden mit dem sog. frequenzmodulierten Rastern. Da das Drucken mit Ausnahme des so gut wie nicht mehr praktizierten „konventionellen Tiefdrucks“ innerhalb eines Druckvorgangs nur mit einer im Prinzip einheitlichen Farbschichtstärke arbeiten kann, werden üblicherweise Punkte in unterschiedlicher Größe und in fester Verteilung – meist in quadratischer Rasterteilung – aufgetragen. Man spricht vom „autotypischen“ Druck. (Schon die beiden Begriffe „konventionell“ und „autotypisch“ lassen zur Geschichte des Druckens aufhorchen). Ist der Druckpunkt klein, ist der visuelle Eindruck einer Teilungsfläche – heller Untergrund bei abdunkelnder Farbe vorausgesetzt – licht; werden die Rasterfelder vollflächig bedruckt, ergibt sich – entsprechend dem Farbton der Druckfarbe – ein dunkler oder kräftiger, man sagt auch maximal gesättigter Farbton. Die bei einem Druck zugrunde gelegte Rasterteilung richtet sich wesentlich nach dem kleinsten sicher erzielbaren Druckpunkt, der bei anspruchsvollen Druckerzeugnissen einer Flächendeckung von maximal ein bis zwei Prozent entsprechen soll. Je nach der Druckpunktgröße – gemessen an der Rasterteilung – ergeben sich die Flächendeckung und damit der Farbeindruck von lichtem „Halbton“ bis „Vollton“. Die Rasterteilung bei anspruchsvollem, einem analogen Fotoabzug möglichst gleichkommenden Druck liegt unterhalb des Auflösungsvermögens des normalsichtigen menschlichen Sehsinns, in der Praxis überwiegend bei 80 Punkten pro cm. Das bis dahin übliche Raster-Prinzip „variable Punktgröße bei fester Teilung“ wurde umgekehrt und durch das Prinzip „feste (kleinste) Punktgröße bei variabler Teilung“ ersetzt. Zunächst waren die technischen Vorgehensweisen und dann die sich hieraus für die Qualität eines Druckerzeugnisses ergebenden grundsätzlichen Fragen zu sondieren.

Aus der Rundfunktechnik boten sich als unmittelbar nachvollziehbare Bezeichnungen an einmal das „Amplitudenmodulierte“ Rastern (AM-Raster) für die herkömmliche Technik des autotypischen Druckens mit variabler Punktgröße bei festem Punktraster und zum andern das „Frequenzmodulierte“ Rastern (FM-Raster) für die neue Raster-Methode mit festem (kleinsten) Punkt bei variablem Punktabstand. Unter der Leitung von Karl R. Scheuter wurde nicht nur mit Versuchen die Leistungsfähigkeit einer FM-Rasterung getestet. Vielmehr hat sein wiss. Mitarbeiter Wolf [54] in seiner Dissertation bei der Suche nach einem objektiven Qualitätsmaß für das Drucken nach einer vorausgehenden Systemanalyse gezeigt, wie sich die von Shannon [56] formulierte Information auf den Druckprozess übertragen lässt. Die FGD unterstützte die Forschungstätigkeit des IDD unter der Leitung von Karl R. Scheuter mit insgesamt 19 Forschungsvorhaben. Neun Dissertationen gingen aus dieser Zeit hervor. Den engen Kontakt zu der in der FGD engagierten Industrie förderte Karl R. Scheuter mit regelmäßigen Institutsberichten. Die Anzahl der Mitarbeiter näherte sich zeitweise der Zahl 30; die FGD unterstützte deshalb auch einen

weiteren Ausbau des Instituts, der 1967 erfolgte.

In Zusammenarbeit mit der FGD wurden unter der Leitung von Karl R. Scheuter die folgenden Forschungsvorhaben am IDD durchgeführt [59]:

1. Optimierung der Trockeneinrichtung für Druckmaschinen und Untersuchung des Trockenvorganges im Hinblick auf den Mehrfarbendruck bei Verwendung von Druckfarben, die unter Abgabe von flüchtigen Lösemitteln trocknen (1967–1971)

2. Untersuchung eines Zweizylinder-Systems Presseur-Formzylinder unter Berücksichtigung verschiedener Presseurbeläge und Konstruktionsprinzipien (1967–1967)

3. Untersuchung von Papierzugvorrichtungen (1969–1973)

4. Untersuchung der Abwicklungsverhältnisse an Dreiwalzensystemen von Farbwerken (1969–1973)

5. Systematik der Druckmaschinen und Druckverfahren (1969–1971)

6. Temperaturverhalten in Walzenfarbwerken (1969–1969)

7. Ermittlung von Kennwerten für Aufzugsmaterialien von Hoch- und Flachdruckmaschinen (1969–1969)

8. Qualitätsbeurteilung mit Hilfe der Informationstheorie (1973–1973)

9. Das Verhalten von Druckfarben in Walzenspalten von Druckmaschinen (1975–1977)

10. Untersuchung der Geräusche beim Führen, Trennen und Falzen von Bedruckstoffen und Entwicklung von Maßnahmen ihrer Verminderung (1974–1977)

11. Untersuchung des Zusammenhangs zwischen einem druck- und verarbeitungstechnisch relevanten Trocknungsgrad und dem Ablauf des Trockenprozesses bei in Walzenfarbwerken (z.B. Offsetdruck) anwendbaren Druckfarben (1976–1977)

12. Entwicklung einer opto-elektronischen Bahnabtastung für Trockengradmessungen an einer laufenden, bedruckten Papierbahn (1978–1979)

13. Antriebsverhältnisse an Offsetdruckwerken (1978–1982)

14. Innovationsforschung im Druckmaschinenbau (1978–1985)

15. Ermittlung von Farbspaltungsfaktoren in Walzenfarbwerken (1980–1982)

16. Entwicklung und Untersuchung von Messverfahren für die automatische Kontrolle und Regelung der fundamentalen Spaltungskontrolle in Offsetdruckmaschinen (1983–1984)

17. Bahndehnungsmessung (1983–1984)

18. Die Sicherheit der Farbübertragung bei kleinsten Bildpunkten im Offsetdruck (1984–1986)

19. Untersuchung von grenzflächenphysikalischen Eigenschaften und deren Veränderungen an Farb- und Feuchtmittel führenden Oberflächen in Offsetdruckmaschinen (1985–1987)

Weiter sind unter der Leitung von Karl R. Scheuter die folgenden neun Dissertationen am IDD entstanden und erfolgreich abgeschlossen worden. Die Doktoranden waren sämtlich wiss. Mitarbeiter des IDD; die ersten fünf kamen noch in der Amtszeit von Wolfram Eschenbach zum Institut bzw. Fachgebiet. Manche der nachstehenden Arbeiten – und nicht nur jene, die in einem Zusammenhang mit der AM- und FM-Rasterung stehen – sind aufgrund ihrer grundsätzlichen Aussagen auch heute noch aktuell.

[28] FRITSCH, K.: Beiträge zur messtechnischen Erfassung der elektrostatischen Aufladung und zum Ladungsmechanismus in Rotationsmaschinen, Dissertation THD (1967)
[29] PFEIFFER, G.: Beitrag zum Problem der Rollvorgänge in Druckmaschinen unter besonderer Berücksichtigung der visko-elastischen Eigenschaften von Walzenbelägen, Dissertation THD (1970)
[30] WOLF, K.: Beitrag zur Systemtheorie der Druckverfahren, Dissertation THD (1970)
[31] RECH, H.: Beiträge zur experimentellen und rechnerischen Untersuchung des Farbtransportes in Walzenfarbwerken von Druckmaschinen, Dissertation THD (1971)
[32] DOSDOGRU, G.: Wärmeübergang bei turbulenzarmen Prallstrahlen im Hinblick auf die Optimierung von Trocknern für Druckmaschinen, Dissertation THD (1974)

Wolfram Eschenbach

Karl R. Scheuter

Christoph Hars

Edgar Dörsam

[33] GLÜCK, M.: Untersuchung des Rollverhaltens von Mehrwalzen-Systemen unter Einbeziehung einer viskoelastischen Walze, Dissertation THD (1976)

[34] HRADEZKY, R.: Objektive Qualitätsbeurteilung von Druckprodukten und Möglichkeiten zur analytischen Behandlung von Reproduktions- und Druckprozessen mit Hilfe der Informationstheorie, Dissertation THD (1977)

[35] SPIEGEL, N.: Form- und reibschlüssige Antriebe in Druckwerken und ihr Zusammenwirken, Dissertation THD (1983)

[36] FISCHER, G.: Der frequenzmodulierte Bildaufbau – ein Beitrag zum Optimieren der Druckqualität, Dissertation THD (1986)

In Anerkennung seiner Verdienste um die Wissenschaft des Druckens wurde Karl R. Scheuter die Friedrich-Koenig-Medaille verliehen. Im Gedenken an den Erfinder der Druckmaschine, Friedrich Koenig (1774–1833), war diese Auszeichnung 1953 gestiftet worden. Zeitgleich sollen mit ihr maximal fünf „führende Persönlichkeiten der Druckmaschinenindustrie für ihre Verdienste um Forschung und Lehre im Druckmaschinenbau ausgezeichnet“ sein. Ein Kuratorium aus vier Personen, dem der Präsident der TU Darmstadt und der Dekan des Fachbereichs Maschinenbau der TU Darmstadt, ferner der Vorsitzende des Fachverbandes Druck- und Papiertechnik im VDMA und schließlich der Vorsitzende der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. angehören, befindet über die Verleihung dieser Medaille.

Nachfolger von Karl R. Scheuter wurde 1986 Christoph Hars Er erhielt den Ruf im Januar 1986 und konnte ihn mit voller Tätigkeit zum 01. Januar 1987 annehmen, hielt aber schon Vorlesungen ab dem Sommersemester 1986. Bis zu seiner Ernennung zum neuen Leiter des IDD Mitte November 1986 hatte das IDD in seiner bis dahin 33-jährigen Geschichte insgesamt 124 Mitarbeiter gehabt, die für kürzere oder längere Zeit Beschäftigte am IDD gewesen waren oder ihre Tätigkeit noch ausübten.

Christoph Hars hatte zuvor die technische Leitung der Maschinenfabrik Fischer & Krecke in Bielefeld inne, deren wichtigste Sparte die Herstellung von Flexodruckmaschinen war und ist. Dieser anwendungsnahen Tätigkeit ging ein Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der TU Berlin in einer Fachrichtung „Theorie“ und anschließend eine Tätigkeit als wiss. Mitarbeiter an einem Institut für Mechanik der TU Berlin unter der Leitung von Dr.-Ing. K.-A. Reckling voraus, und in dieser Tätigkeit erfolgte auch 1971 seine Promotion zum Dr.-Ing.

Nach seinem Abitur 1956 in Hamburg hatte Christoph Hars zunächst eine zweieinhalbjährige Maschinenschlosserlehre bei der seinerzeitigen Landmaschinenfabrik Heinrich Lanz AG in Mannheim, heute John Deere, absolviert und begann dann im Anschluss an die Facharbeiterprüfung mit seinem Studium an der TU Berlin.

Die Übernahme der Leitung des Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren begann mit kleineren Umbaumaßnahmen: Jeder wissenschaftliche Mitarbeiter sollte zur ungestörten eigenen Arbeit ein eigenes Zimmer haben. Dazu wurden zwei Labore aufgelöst, eine Klimaanlage für eine Versuchsmaschine entfernt, einige Wände und Türen neu gesetzt. Geprägt war Christoph Hars durch seine Tätigkeit in der, der kleineren Mittelindustrie zuzuordnenden Bielefelder Maschinenfabrik mit ihrem wichtigsten Tätigkeitsfeld der Flexodruckmaschinen.[3]

Das mit etwas mehr als 300 Mitarbeitern zu den Kleinen zu rechnende mittelständische Unternehmen exportierte weltweit, und der harte Wettbewerb verlangte praxisgerechte Lösungen. Jede Maschine war unter weitgehender Verwendung fester Baugruppen nach Kundenwunsch konfiguriert; sie musste leistungsstark und leistungssicher sein, um selbst in ihren Märkten erfolgreich zu sein. Das war eine große, aber auch großartige Herausforderung. Zugleich bewegend und auch beruhigend war deshalb die Erfahrung, dass sich in schwierigen Situationen mit den in der Technischen Mechanik, der Strömungslehre, der Thermodynamik und nicht zuletzt der Elektrotechnik vermittelten Grundlagen des Maschinenbaustudiums auf dem Wege mathematischer Modelle und Lösungen stets ein sicheres Bild über das komplexe Zusammenwirken in einer Maschine verschaffen ließ.Es war deshalb ein Anliegen von Christoph Hars, seinen Vorlesungshörern diese Erfahrung mit auf den Weg zu geben, möglichst nah von einer gesicherten Grundaussage auszugehen, sich in überschaubaren Schritten dem Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren in einer Maschine zu nähern und hieraus konsequent die richtigen Schlussfolgerungen für eine Konstruktion zu ziehen. Mathematische Modelle dienten nicht dazu, etwas zu berechnen, sondern um das Zusammenwirken komplexer Vorgänge transparent zu machen. Es sollten keine quantitativen, sondern qualitative Aussagen gewonnen werden. Christoph Hars sah sich hier ganz in der Kontinuität der Lehre seines Vorgängers, Karl R. Scheuter, der ihm auch seine sämtlichen, in den zwanzig Jahren seiner Hochschultätigkeit gewachsenen Vorlesungsunterlagen zur Verfügung gestellt hatte.

In Zusammenarbeit mit der FGD, der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e. V., wurden in den gut fünfzehn Jahren unter der Leitung von Christoph Hars ebenfalls zahlreiche Forschungsvorhaben formuliert, beantragt und bearbeitet. Mit der Wende 1989/90 war auch die FGD gefragt, sich neu zu orientieren. Denn in Chemnitz gab es ebenfalls seit den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts ein Hochschulinstitut mit vergleichbarer Ausrichtung wie das IDD. Es war darum selbstverständlich, dass die FGD nun auch das Chemnitzer Institut bei der Vergabe von Forschungsvorhaben berücksichtigte.

Zwischen 1987 und 1989 erhielt das IDD vier Forschungsvorhaben durch die FGD; in der Zeit von 1990 bis 2002 vier weitere. Daneben ergaben sich aus engen Industriekontakten eine Anzahl direkter, vertraulicher Forschungsaufgaben, und Anfang der neunziger Jahre konnte sich das IDD über einen dieser Industriekontakte an einem großen europäischen Forschungsvorhaben (Cotel) beteiligen, mit dem die Möglichkeit sondiert und getestet werden sollte, Flachbildschirme unter Einschluss der Drucktechnik herzustellen. Die aufwendige Testdruckmaschine war kurz vor dem Ende des Forschungsvorhabens betriebsbereit, es konnten erste Druckversuche gefahren werden, als das Forschungsvorhaben von den wichtigsten Betreibern jedoch nicht weiter verfolgt wurde. In Zusammenarbeit mit der FGD wurden unter der Leitung von Christoph Hars die nachstehenden Forschungsvorhaben am IDD durchgeführt:

1. Wärmeübergang an Kühlwalzen in Offset-Rollenrotationsdruckmaschinen
(1987–1989) (Kühlmeyer)

2. Übertragungs- und Entleerungsverhalten von Farbe aus Näpfchen von Rasterwalzen (Flexodruck) und Tiefdruckzylindern (1987–1991) (Behler)

3. Untersuchungen der physikalischen und chemischen Wechselwirkungen an den Grenzflächen zwischen festen und flüssigen Phasen beim Flachdruck (1988–1991) (Jung)

4. Wärme- und Stofftransport in Trocknern und Kühlwalzen in Offset-Rollenrotationsmaschinen (1989–1991) (Kühlmeyer)

5. Der zweiachsige Dehnungsverlauf in einer Materialbahn bei ihrem Durchlauf durch eine Rollenrotationsdruckmaschine und die Rückwirkungen auf das Druckerzeugnis (1991–1992) (Neuser)

6. Farbspaltungszahl im Nass-Offset-Farbwerk unter Einschluss des Feuchtmittels (1991–1996) (Brötz)

7. Optimierung der Gummiwalzen im Offsetdruck (1993–1995) (Rottmann)

[3] Christoph Hars 22.03.1937, Hamburg. 1956 Abitur. 1956–1958 Maschinenschlosserlehre bei der Landmaschinenfabrik Heinrich Lanz AG, Mannheim. 1958–1965 Studium des Allgemeinen Maschinenbaus TU Berlin, Fachrichtung Theorie. 1965–1972 wiss. Mitarbeiter und wiss. Assistent am Institut für Mechanik C (bei Dr.-Ing. K.-A. Reckling), TU Berlin. 1971 Promotion. 1972–1986 beratender Ingenieur, Technischer Leiter, Geschäftsführer der Maschinenfabrik Fischer & Krecke GmbH & Co. KG, Bielefeld – Verpackungsdruckmaschinen. 1986–2002 Professor THD, Leiter des Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren THD, 1993–1994 Dekan, 2002 Pensionierung. der TUD

8. Spritzen und Nebeln im Farbwerk bei schnelllaufenden Druckmaschinen (1998–2001) (Dilfer)

Zu einem erheblichen Teil im Zusammenhang mit den vorgenannten Forschungsvorhaben
konnten unter der Leitung von Christoph Hars zehn Promotionen abgeschlossen werden, wobei der erste der nachfolgend genannten wiss. Mitarbeiter noch unter Karl R. Scheuter Mitarbeiter des IDD geworden war:

[37] HÜBNER, G.: Ein Beitrag zum Problem der Flüssigkeitsspaltung in der Drucktechnik, Dissertation THD (1991)
[38] JUNG, U.: Ein Beitrag zur Benetzbarkeit rauher und poröser Festkörperoberflächen, Dissertation THD (1992)
[39] BEHLER, H.: Die Randstruktur von Druckpunkten – eine experimentelle Untersuchung der Farbspaltungsströmung,
Dissertation THD (1993)
[40] URBAN, P.: Beitrag zur Bewertung der frequenzmodulierten Bildrasterungsverfahren, Dissertation THD (1994)
[41] KÜHLMEYER, L.: Entwicklung eines Simulationsmodells zur Beschreibung der Papierfeuchtreduzierung bei der Konvektionstrocknung im Rollenoffsetdruckverfahren, Dissertation THD (1996)
[42] NEUSER, J.-E.: Ein Beitrag zur Faltenvorhersage in freien Bahnführungsabschnitten von Rollenrotationsdruckmaschinen, Dissertation TUD (1997)
[43] BRÖTZ, H.: Ein Beitrag zur Farbübertragung in Nassoffsetfarbwerken unter besonderer Berücksichtigung des Feuchtmittels, Dissertation TUD (1997)
[44] BERG, F.: Isotrope Lichtstreuung in Papier – Neue Überlegungen zur Kubelka-Munk-Theorie, Dissertation TUD (1997)
[45] DILFER, S.: Negative Corona-Entladung-Untersuchung einer aktiven Maßnahme zur Unterdrückung des entstehenden Farbnebels an einem Zweiwalzensystem, Dissertation TUD (2002)
[46] SCHÄFER, R.: Experimentelle Untersuchung zur Strömungsakustik beschleunigt bewegter brennender Tropfen, Dissertation TUD (2004)

Christoph Hars wurde zum 31.03.2002 pensioniert; kommissarisch führte er die Leitung des IDD jedoch noch weiter, bis sein Nachfolger, Edgar Dörsam dem Ruf an die TU Darmstadt folgen, sich aus seiner Industrietätigkeit lösen und die Leitung des IDD im Januar 2003 übernehmen konnte. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Liste der Mitarbeiter des IDD, die bis dahin Beschäftigte des Fachgebiets gewesen waren oder ihre Tätigkeit noch ausübten, auf 168 Personen angewachsen.

Edgar Dörsam war zuvor bei der MAN Roland Druckmaschinen AG (heute manroland), dem weltweit zweitgrößten Druckmaschinenhersteller, im Produktbereich Bogenmaschinen tätig. Die hohen Anforderungen hinsichtlich der Genauigkeit im Druckmaschinenbau lernte Edgar Dörsam als Werkzeugmacher durch den Bau von Vorrichtungen für den Druckmaschinenhersteller Edelmann, Beerfelden, kennen. Während des Studiums des Maschinenbaus an der damaligen TH Darmstadt lagen die Studienschwerpunkte auf den Gebieten „Konstruktionslehre“, „3D CAD“ (Gerhard Pahl) und „Werkzeugmaschinen“ (Herbert Schulz). Die Bearbeitung eines Industrieprojekts für MAN Roland als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Mechanik und Maschinenelemente (Walter Raab) führte Edgar Dörsam endgültig zum Gebiet „Druckmaschinen“. Seine Promotion befasste sich mit der „Kinematik geführter Kettentriebe“, die beim Bogentransport in Druckmaschinen oder beim Nockenwellenantrieb in Verbrennungsmotoren eine wichtige Rolle spielt [47].

[47] DÖRSAM, E.: Kinematische Untersuchungen an Rollenkettentrieben mit Kettenführung, Dissertation THD (1994)[4]

Seine Industrietätigkeit war geprägt durch zahlreiche Veränderungen in der Branche. Nach der Einführung der Reihenbauweise bei nahezu allen Druckmaschinenherstellern von Bogen-Offsetdruckmaschinen gewannen Elektronik und Software immer mehr an Bedeutung. Die klassische Konstruktion wurde durch interdisziplinäre Entwicklungsteams und Projektarbeit abgelöst. Mechanische Antriebstechnologie wurde schrittweise durch elektronische Antriebe ersetzt. Bei einer geforderten technischen Verfügbarkeit der

[4] Edgar Dörsam 26.08.1959, Erbach. 1978 Abitur. 1978–1983 Lehre und Tätigkeit als Werkzeugmacher (Facharbeiter-Abschluss). 1983–1989 Studium des Allgemeinen Maschinenbaus THD. 1989–1994 wiss. Mitarbeiter am Fachgebiet f. Maschinenelemente u. Mechanik bei Walter Raab, THD. 1994 Promotion. 1994–2002 Entwicklungsingenieur bei MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach, Abteilungsleiter, Hauptabteilungsleiter und Produktmanager für das Geschäftsfeld „Bogenmaschine Mittelformat“. Seit 2003 Professor für das Fachgebiet Druckmaschinen und Druckverfahren.

Druckmaschinen von > 96% war eine Systembetrachtung und die Entwicklung von Methoden zur Qualitätssicherung für den gesamten Entwicklungsprozess unerlässlich.

Gleichzeitig wurden die Anforderungen durch neue Druckverfahrentechnologien höher. So wurde das beidseitige Bedrucken in Bogenmaschinen durch Wendeeinrichtungen und die Veredelung von Druckprodukten durch Lackieren (im Flexodruck) nahezu zum Standard einer Bogen-Offsetdruckmaschine. Verfahren wie Stanzen, Perforieren oder Ink-Jet-Druck wurden integriert. Die Produktivität wurde durch Automatisierung (Druckformwechsel, Farbregelung, . . .), schnellere (von 13.000 Bogen/h auf heute 18.000 Bogen/h) und breitere Maschinen (bis 2 m) gesteigert. Durch eine modulare Bauweise lassen sich 12 und mehr Druckwerke zu einer Druckmaschine kombinieren.

Die Übernahme der Leitung des Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren begann mit Baumaßnahmen. Das komplette Gebäude wurde grundsaniert. Im 1. Obergeschoß wurde die Druckerei zu einem Technikum mit vielen kleineren Maschinen für die unterschiedlichsten Druckverfahren umgebaut. Benachbart wurde ein Klimalabor mit 60 m^2 eingerichtet. In allen Labors ist nun das Arbeiten unter UV-freiem Licht möglich.

Die Zusammenarbeit mit dem direkt benachbarten Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (Samuel Schabel) wird durch die gemeinsame Anschaffung von Maschinen und einen Durchbruch mit Tür dokumentiert.

Die Zusammenarbeit mit der FGD wurde fortgesetzt. Es zeigte sich allerdings, dass größere, gemeinsame Projekte der Druckindustrie, die einen finanziellen Eigenbeitrag der beteiligten Firmen erfordern, nur sehr schwer realisierbar sind. Das IDD hat sich auf diesen Wandel der Forschungslandschaft eingestellt und bearbeitet derzeit fast nur bilaterale Forschungsprojekte mit der Industrie. Daher erfolgt derzeit ein stärkeres Engagement in öffentlich geförderten Forschungsprojekten, wie BMBF MaDriX (2007), LOEWE AdRIA (2008) oder Spitzencluster Metropolregion Rhein-Neckar Da Vinci (2008). Die Ausrichtung der Forschung folgt dem Motto „Make Printing more industrial“. Forschungsziel ist die Entwicklung von Grundlagen, die den wirtschaftlichen Einsatz von weitgehend automatisierten Druckprozessen ermöglichen. Über theoretische Betrachtungen und experimentelle Untersuchungen sollen die Zusammenhänge durch eine Modellbildung grundlegend beschrieben werden. Eine Simulation ermöglicht dann Berechnungen und Vorhersagen. Das Forschungskonzept soll einen Beitrag zum Verständnis der Druckprozesse durch die Weiterentwicklung bestehender Systeme und Verfahren sowie die Entwicklung neuer innovativer Systeme leisten. Das IDD fokussiert sich auf die drei Forschungsschwerpunkte: „Farbmetrik“, „Technologie und Material“ und „Funktionales Drucken“.

Im Bereich „Farbmetrik“ werden Methoden und Verfahren zur Messung und Beschreibung für die Prozess- und Qualitätskontrolle untersucht und entwickelt. Die Einflüsse verschiedener Parameter, insbesondere bei Veredelungsprozessen, auf die Farbgebung und -regelung werden untersucht. Der Bereich „Technologie und Material“ beschäftigt sich mit der Erforschung und Beschreibung der am Druckprozess beteiligten Materialien (Gummituch, Druckfarbe, Bedruckstoff, . . .). Aus den ermittelten Zusammenhängen erfolgt eine Modellierung und Simulation von Teilprozessen, um eine gezielte Verbesserung des Gesamtprozesses herbeizuführen. Im Bereich „Funktionales Drucken“ werden die Druckverfahren hinsichtlich ihrer Eignung für funktionale Materialien und deren Anwendungen (z. B. Polymerelektronik, Fotovoltaik, Biosensorik) überprüft und weiterentwickelt. In diesen Forschungsschwerpunkten konnten bereits zwei Promotionen erfolgreich abgeschlossen werden [48, 49].

[48] HUPP, H.: Prozess- und Qualitätskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben erster Generation, Dissertation TUD (2008)
[49] BOUABID, A.: Numerische und experimentelle Untersuchungen zum mechanisch-drucktechnischen Verhalten von Offsetdrucktüchern unter besonderer Berücksichtigung ihrer hyper- und schaumelastischen Eigenschaften, Dissertation TUD (2008)

Die Forschungsarbeiten basieren im Allgemeinen auf einer Interaktion von Theorie, Modellbildung, Simulation und Experiment. Sollen Forschungsergebnisse erzielt werden, muss somit eine Arbeitsumgebung geschaffen werden, die diese Anforderungen berücksichtigen:

Für die experimentellen Untersuchungen stehen ein modern ausgestattetes Drucklabor, ein Farbmesslabor und ein Klimalabor mit Prüfinstrumenten zur Analyse des viskoelastischen Materialverhaltens zur Verfügung. Das Drucklabor hat

einen dreistufigen Aufbau, in dem alle gängigen Druckverfahren von kleinsten Mengen bis hin zu produktionsnahen Bedingungen untersucht werden können. Das Bedruckbarkeitslabor bietet die Möglichkeit zum Druck kleinster Farbmengen. Im Klimalabor stehen Labordruckmaschinen bis zum Format DIN A4 zur Verfügung. In Hinblick auf das funktionale Drucken macht dies den Druck und die Überprüfung von sehr feinen Strukturen möglich. Darüber hinaus steht für das funktionale Drucken eine Rollendruckmaschine Gallus RCS 330-HD mit allen Druckverfahren und variablen Druckpositionen zur Verfügung.

Zur Analyse des Verhaltens der am Druckprozess beteiligten Materialien stehen moderne Messverfahren zur Verfügung. In einer Prüfmaschine kann das Verhalten von Körpern und dünnen Materialien (Papier, Folie) unter mehraxialer Beanspruchung untersucht werden. Eine Besonderheit ist hierbei, dass auch eine Messung in Dickenrichtung mit einer Auflösung von 50 nm möglich ist. Zur Untersuchung von Flüssigkeiten ist darüber hinaus ein hochgenaues Rotationsviskosimeter vorhanden. Durch moderne Computertechnik können in allen Bereichen die Prozessparameter unter Echtzeitbedingungen aufgenommen werden. Im Bereich der Farbmetrik steht ein Farbmesslabor, ausgestattet mit genauen Labormessgeräten und praxisüblichen Handgeräten (Spektralfotometer, Densitometer, Glanz- und Lichtmessgeräte) sowie einem Leitstandsmesssystem (ohne „ Anbindung an eine reale Druckmaschine“) zur Verfügung. Eine Besonderheit stellt dabei der dreistufige Aufbau des Drucklabors (Abb. 2.10)

- Materialien (Bedruckstoff,, Druckfarbe, Gummituch…)
- Eigenschaften
- Rheologie
- Druckverfahren
- Prüfung
- Anwendung
- Qualitätsmanagement

Die Ausrichtung der Lehre orientiert sich an den gegebenen Randbedingungen der TU Darmstadt und den oben genannten Forschungsschwerpunkten des IDD. Die Hörer der Lehrveranstaltungen sind Studierende des Maschinenbaus mit einer sehr guten Ausbildung in den Grundlagenfächern. Sie verfügen insbesondere über Methodenwissen

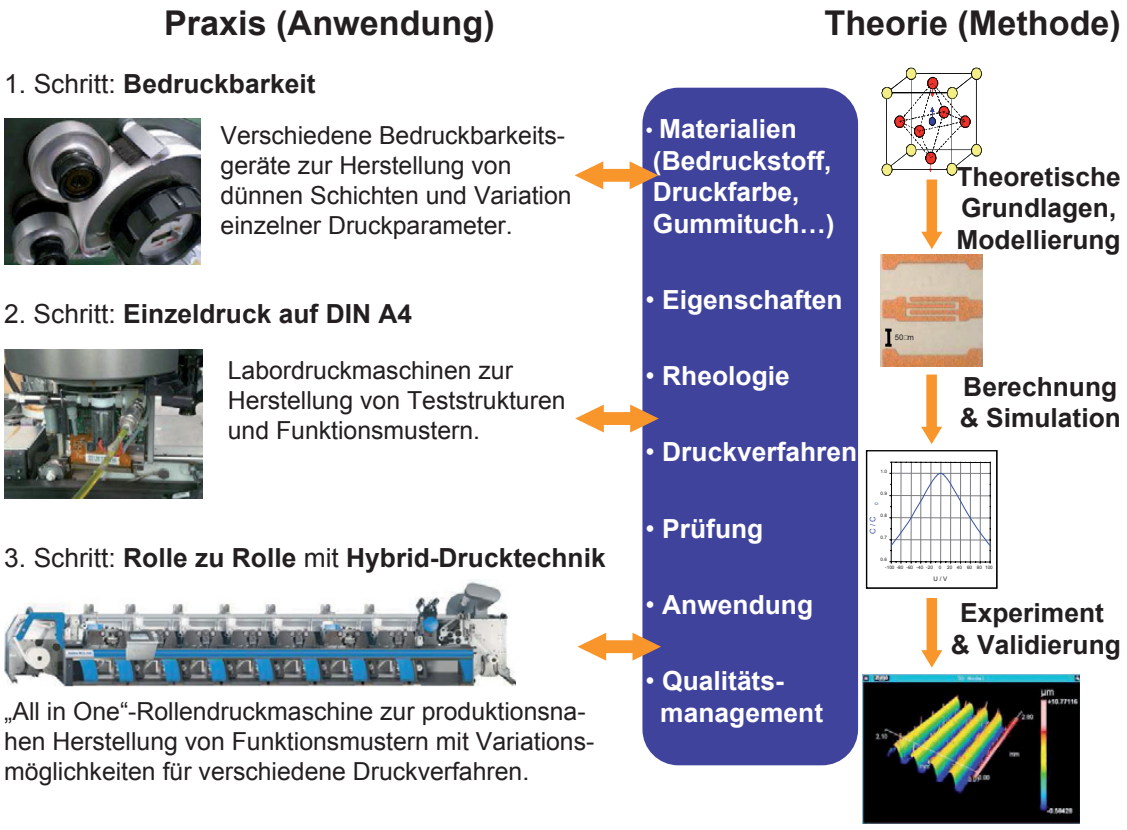

Praxis (Anwendung)
Theorie (Methode)
1. Schritt: Bedruckbarkeit
Verschiedene Bedruckbarkeits-geräte zur Herstellung von dünnen Schichten und Variation einzelner Druckparameter.
2. Schritt: Einzeldruck auf DIN A4
Labordruckmaschinen zur Herstellung von Teststrukturen und Funktionsmustern.
3. Schritt: Rolle zu Rolle mit Hybrid-Drucktechnik
„All in One“-Rollendruckmaschine zur produktionsnahen Herstellung von Funktionsmustern mit Variationsmöglichkeiten für verschiedene Druckverfahren.
• Materialien (Bedruckstoff, Druckfarbe, Gummituch…)
• Eigenschaften
• Rheologie
• Druckverfahren
• Prüfung
• Anwendung
• Qualitäts-management
Theoretische Grundlagen, Modellierung
Berechnung & Simulation
Experiment & Validierung

Abbildung 2.10: *Dreistufiger Aufbau des Drucklabors am IDD*

zur Modellbildung und Simulation. Das Lehrangebot unterscheidet zwischen Bachelor- und Masterstudiengang. Im Bachelorstudiengang (6 Semester) soll aufbauend auf die Grundlagenfächer des Maschinenbaus in die Thematik des Druckmaschinenbaus und dessen Umfeldes eingeführt werden. Hierbei stehen anwendungsorientierte Lehrveranstaltungen im Vordergrund:

- Einführung in die Druck- und Medientechnik
- Praktische Farbmessung
- Konstruktionsprinzipien des Druckmaschinenbaus

Der Masterstudiengang (weitere 4 Semester) ist stärker forschungsorientiert. Die angebotenen Lehrveranstaltungen orientieren sich daher an den Forschungsschwerpunkten:

- Farbwiedergabe in den Medien
- Drucktechnologie: Design und Simulation
- Printed Electronics

Weiterhin werden ein Forschungsseminar und drei Tutorien (Praktika) zur Farbwissenschaft, Drucktechnologie sowie zu Viskosität und Rheologie angeboten. Abgerundet werden die Lehrveranstaltungen durch die VDD-Seminarreihe mit Vorträgen aus Praxis und Forschung.

Zum Oktober 2008 ergibt sich folgender Personalbestand:

1 Akademischer Direktor (verantwortet Gewerbelehrerausbildung Metall),
1 Postdoc, 1 Gastwissenschaftler,
12 Wissenschaftliche Mitarbeiter,
1 Stipendiat,
1 Elektroingenieur,
1 Druckingenieur,
1 Drucktechniker,
1 Feinmechaniker,
2 Sekretärinnen und
1 Professor.

[50] unveröffentlichte „Niederschrift über die Gründungssitzung und 1. Mitgliederversammlung des Kuratoriums des Instituts der T.H. Darmstadt für Druckmaschinen und Druckverfahren am 3.0ktober 1952 in Darmstadt, Alexanderstr. 22/1“
[51] unveröffentlichte Satzung des Kuratoriums des Instituts der Technischen Hochschule Darmstadt für Druckmaschinen und Druckverfahren (Lehr- und Forschungsinstitut)
[52] ESCHENBACH, W.: Das Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren an der Technischen Hochschule Darmstadt, Festvortrag gehalten am 10.10.1953, Abdruck in „Fünfzig Jahre Vereinigung Deutscher Druckmaschinenfabriken“ Sonderheft Deutscher Drucker – Fachzeitschrift für das gesamte graphische Gewerbe (ohne Jahresangabe)

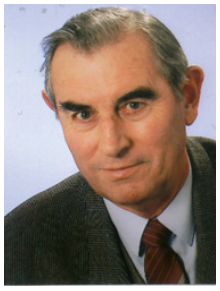
[53] ESCHENBACH, W.: Arbeiten und Ziele des Instituts für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt, unveröffentlichter Vortrag vom 12.04.1958 gehalten „am 244. Diskussionstag des SVMT“
[54] WOLF, K.: Beitrag zur Systemtheorie der Druckverfahren, Dissertation THD (1970)
[55] HRADEZKY, R.: Objektive Qualitätsbeurteilung von Druckprodukten und Möglichkeiten zur analytischen Behandlung von Reproduktions- und Druckprozessen mit Hilfe der Informationstheorie, Dissertation THD (1977)
[56] SHANNON, C. E.: The Mathematical Theory of Communication, 1948, erste Buchausgabe 1949, Nachdruck 2000
[57] FGD-Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V, Frankfurt: Druckmaschinen und Druckverfahren – 25 Jahre Forschung und Lehre an der Technischen Hochschule Darmstadt, Festschrift aus Anlass der Gründung des Institutes für Druckmaschinen und Druckverfahren am 3. Oktober 1953
[58] HRSG: FGD-Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V gemeinsam mit dem VDD-Verein Deutscher Druckingenieure e.V.: 50 Jahre Gemeinschaftsforschung und Druckingenieure – Gemeinsam die Zukunft gestalten, September 2005
[59] HRSG: FGD-Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V.: Gemeinsam mit Forschung und Lehre die Zukunft gestalten, Mai 2003.[5)]

5 Wer war und ist die Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V, (FGD) Frankfurt

Geschäftsführer:
Dr. Paul Seisser 1955 - 1959
Dr. Rolf Seisser 1960 -1987
Siegbert Holderried 1976 - 2006
Klaus E. Lickteig 1987 - 2001
Vorsitzende:
Dr. Wilhelm Köhler 1955 -1958
Dr. Hans Bolza 1958 - 1969
Dr. Kurt Werner 1969 - 1974
Dr. Hans Bernhard Bolza-Schünemann 1974- 1977
Dr. Harry M. Greiner 1977 -1987
Herrmann Thomas 1987 - 1993
Wolfgang Pfitzenmaier 1993 - 2004
Claus Bolza-Schünemann seit 2004

Prof. Dr.-Ing. habil. Rudolf Ruder

Ehrung der Verdienste von Prof. Heinz Adler beim Aufbau des Fachgebietes Polygrafische Technik in Chemnitz anlässlich seines 100. Geburtstages



Geboren am 20. 05. 1932 in Weimar, Abitur 1951, Autoschlosserlehre, Facharbeiterprüfung 1953. Studium Maschinenbau im ersten Matrikel der 1953 gegründeten Hochschule für Maschinenbau in Karl-Marx-Stadt. Spezialstudium Konstruktion polygrafischer und Papierverarbeitungsmaschinen bei Dipl.-Ing. Adler. Promotion 1965. Industrietätigkeit beim Druckmaschinenwerk PLAMAG 1965 – 1967. Berufung zum Dozent für Papierverarbeitungsmaschinen 1967 und 1970 zum Professor für Druckmachinen. Leiter des Wissenschaftsbereiches von 1980 – 1995. Mitglied im Verein Deutscher Druckingenieure.

Ausbildung von Heinz Adler

Er wurde am 7. 5. 1909 als Sohn eines im Druckmaschinenbau tätigen Ingenieurs und späteren Betriebsleiters im grafischen Maschinenbau in Leipzig geboren. Er besuchte die Volksschule, später die Oberrealschule und erwarb 1928 das Abitur mit der Note 2a.

Bereits zur Schulzeit hatte er Beziehungen zum grafischen Gewerbe. Mit 9 Jahren erhielt er vom Vater eine kleine Boston-Tiegeldruckmaschine und einige Kästen Buchdrucklettern, womit er sich autodidaktisch einige Kenntnisse im Setzen und Drucken erwarb, die er mit 16 Jahren durch ein Praktikum in einer Setzerei vertiefen konnte. Er half seinem Vater bei Patentbearbeitungen durch Übersetzungen aus dem Englischen und Französischen.

Nach einem halbjährigen Berufspraktikum begann er im Herbstsemester 1928/1929 das Studium in der Fachrichtung Allgemeiner Maschinenbau an der Technischen Hochschule Dresden. Im Jahre 1934 verteidigte er erfolgreich seine Diplomarbeit bei Prof. Heydebroek über kinematische und experimentelle Kräfte an einer Gally-Tiegeldruckpresse.

Industrietätigkeit

Danach war Heinz Adler 3 Jahre als Konstrukteur und Standardisierungsingenieur bei der Fa. Koenig & Bauer in Würzburg tätig, wo er bei der Konstruktion einiger Maschinen und im Normenbüro bei der Zeichnungskontrolle tätig war. Ab 1935 gab er auch Unterricht in der betriebseigenen Werkschule und führte Übungen im Setzen und Drucken durch.

1937 kehrte er nach Leipzig zurück und übernahm bis 1951 als Konstrukteur, leitender Ingenieur und Betriebsleiter bei der Fa. Hoh & Hahne Aufgaben bei der Konstruktion und Normung von fotografischen Reproduktionsapparaten und Großkopiergeräten. Dort erwarb er spezielle Kenntnisse zur Druckformenherstellung und zur Standardisierung und gab Unterricht bei der Ausbildung technischer Zeichner.

Anfang 1951 entwickelte Heinz Adler im VEB Druckmaschinenwerk Leipzig eine Punzier- und Prägemaschine für Blindenschrift und leitete eine Entwicklungsgruppe für Zweitourenschnellpressen. Ab 1953 wurde er Oberreferent für Standardisierung der VVB Polygraph.

Als Stellvertreter des Chefkontrukteurs im Betrieb VEB Optima befaßte er sich mit der Entwicklung von Buchdecken- und Briefumschlagmaschinen sowie von Spezialmessgeräten für die grafische Industrie.

Nebenberuflich übernahm er Lehraufträge an den Fachschulen für Polygrafie und für Schwermaschinenbau in Leipzig. Nach der Gründung der Kammer der Technik leitete er in Leipzig den ersten Arbeitskreis für grafische Technik. Dieser untersuchte messtechnische Probleme an Druckplatten und entwickelte dafür ein typografisches Maßsystem, das in den DIN-Blättern 16505 und 16507 veröffentlicht wurde und zur Ausstellung von Messgeräten in der Bugra-Messe führte.

Berufung zur Hochschule für Maschinenbau Karl-Marx-Stadt

Weil in der VVB Polygraph wissenschaftlich ausgebildete Ingenieure fehlten, wurde an der 1953 gegründeten Hochschule für Maschinenbau 1956

Abb.1: Prof. Heinz Adler ca. 1984 mit Lehrbuch vom MPI (Moskauer Polygrafischen Institut)

dafür eine spezielle Fachrichtung eingerichtet. Da Heinz Adler wohl der damals einzige Diplomingenieur in der VVB Polygraph war und eine Reihe fachspezifischer Kenntnisse besaß, erhielt er den Auftrag, die Fachrichtung und das spätere Institut Polygrafische und Papierverarbeitungsmaschinen aufzubauen.

(An der TH Darmstadt wurde am 8. 10. 1953 das Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren unter der Leitung von Prof. Wolfram Eschenbach gegründet).

Abb. 2: Prof. Adler mit seinen ersten Mitarbeitern Ing. Elfriede Eichhorn, Druckermeister Rudolf Schmidt

Am 18. 6. 1956 erfolgte der Dienstantritt von Dipl.-Ing. Heinz Adler, zunächst als Leiter für die Abteilung und später als Direktor des Institutes für Polygrafische und Papierverarbeitungsmaschinen.

Er begann zunächst mit einer Sekretärin und einem Ingenieur als Assistent in drei Zimmern im Hochschulgebäude an der Straße der Nationen.
Wegen Mangel an Wohnraum der Stadt, bezog er zunächst in einem Vorort eine Dachkammer. Erst 1960 erhielt er eine angemessene Wohnung, in die auch seine Ehefrau und Tochter einzogen.
Am 6. 2. 1957 erfolgte die Berufung von Adler zum Institutsdirektor und Fachrichtungsleiter, am 1. 6. 1959 zum Professor mit Lehrauftrag und am 19. 2. 1964 zum Professor mit Lehrstuhl.

Schwierigkeiten und Ergebnisse beim Aufbau des Lehrgebietes

Adlers große Aufgabe und Leistung bestand im Aufbau eines neuartigen Hochschul- und Forschungsgebietes, das der Industrie Diplomingenieure mir theoretischen Kenntnissen sowie Fach- und Methodenwissen und dringend benötigte Forschungsergebnisse zur Verfügung stellt, aber auch wissenschaftliche Fachleute für den Einsatz in Hoch- und Fachschulen ausbildet. Dazu galt es, für das vorgesehene umfangreiche Fachgebiet (Druckvorstufe, Druck, Buchherstellung und Papierverarbeitung) die Lehrinhalte sowohl für die Verfahren als auch für die Maschinen auszuwählen, aufzubereiten und in den Lehrveranstaltungen vorzutragen.

Adlers wichtigste Aufgabe war zunächst die Vorbereitung der Lehrveranstaltungen für die Studenten der Matrikel 53. Sie bildeten eine Seminargruppe. Er stand vor dem fast unlösbaren Problem, in drei Monaten aus dem Nichts die Fachvorlesungen und die Übungen aufzubauen.

Am 11. 9. 1956 hielt Heinz Adler vor seinen Hochschulstudenten als erste Vorlesung eine Einführung über die Aufgaben der Fachrichtung, über Betriebe und wissenschaftlich Institutionen des Industriezweiges sowie über vorhandene Fachzeitschriften. Entsprechende Hochschulfachbücher waren nicht vorhanden. Seine private Fachliteratur stellte er zur Verfügung.

Die Anfangsschwierigkeiten beim Aufbau der Lehrveranstaltungen konnten schrittweise mit Hilfe von Gastdozenten aus der Industrie überwunden werden.

Abb. 3: Prof. Adler gratuliert Dipl.-Ing. Wolfgang Beier, dem 100. Diplomanden des Instituts

Abb. 4: Dr.-Ing. Störr nach erfolgreicher Promotion mit „Doktorhut“

Prof. Dr. Rupp, Direktor des Institutes für grafische Technik Leipzig, hielt ab Herbstsemester 1957 die Vorlesung *Technologie der Druckverfahren* sowie *Farben- und Klebstoffe*. Die Studenten bekamen wichtige technologische Kenntnisse für die künftig von ihnen zu entwickelnden Maschinen.

Einige von Adler zweckmäßig formulierte Grundsätze für die Lehrinhalte und eingeleitete Maßnahmen erwiesen sich als nützlich und notwendig für den Aufbau des Lehrgebietes, so

- die Einheit von (Verarbeitungs-) Stoff, Verfahren und technischem Mittel

- der Aufbau einer Dokumentation im Institut, um das internationale Fachwissen zu erschließen

- Adlers anfängliche Hospitationen bei den Gastdozenten und deren Beratung, um abgestimmte und konzeptionell zweckmäßige Lehrinhalte aufzubauen

- Die Beauftragung von Vorlesungsassistenten, die die Übungen übernahmen und die meist später die Vorlesung verantwortlich durchführten.

Adler hielt ab Herbstsemester 1956 mit Gastdozenten die beiden Vorlesungen *Druckmaschinen* und *Druckfomenherstellung*. Weitere Vorlesungen wie *Papierherstellung* und *Papierrohstoffe, Buchbindereimaschinen* und *Papierverarbeitungsmaschinen* wurden ebenfalls von Adler konzipiert und anteilig von Gastdozenten vorgetragen.

Die Vorlesung *Projektierung Polygrafischer Betriebe* wurde von Erich Hermanies aufgebaut und seit 1958 gehalten.

In der von Adler seit 1958 angebotenen fakultativen Vorlesung *Formulierung technischer Gedanken* lernten die Studenten technische Sachverhalte und Begriffe zutreffend und verständlich zu formulieren.

Während der Dienstzeit von Prof. Adler (bis 1974) erwarben (Matr. 53 bis Matr. 69) insgesamt 307 Absolventen ihr Diplom, darunter 37 ausländische Studenten. 38 weitere Studenten des Externen- und Abendstudiums erhielten im Fachgebiet ihren Diplomabschluß.

Ihre Namen und ggf. deren Heimatland sind in /1/ aufgeführt.

Forschung, Dissertationen und Fachtagungen

Der Aufbau von personellen und technischen Kapazitäten für die Forschung war Adlers zweite wichtige Aufgabe, die er mit hohem Einsatz an der Hochschule und mit der Industrie schrittweise erfolgreich gelöst hat. Ihm war bewusst, daß neue wissenschaftliche Erkenntnisse zur Ausbildung von Diplomingenieuren für die Industrie und für den wissenschaftlichen Nachwuchs an Hoch- und Fachschulen notwendig sind.

Die im Hochschulteil Straße der Nationen eingeschränkten technischen Voraussetzungen für die

Abb. 5: Prof. Adler und seine Mitarbeiter zu einer Institutsfeier

Forschung wurden durch die Inbetriebnahme der Versuchsfeldhalle Polygrafie im Hochschulteil Reichenhainer Straße im Februar 1963 grundlegend verbessert. Sowohl die Räume als auch die vorhandenen Maschinen und Geräte erhöhten wesentlich die Möglichkeiten für wissenschaftliche Forschungen. Dazu hat Prof. Adler als Dekan der Fakultät für Maschinenbau seit 1960 und durch seine aktive Zusammenarbeit mit der VVB Polygraph wesentlich beigetragen. Er betreute die meisten Forschungsthemen und begutachtete 24 daraus entstandene Promotionen.

Die ersten Forschungsthemen im Institut waren:
- Die Entwicklung eines Luftpolstertisches für eine Routing-Fräsmaschine
- Optimierung von Walzenfarbwerken
- Verbesserung der Blattvereinzelung in Bogenmaschinen

Weitere Forschungsgebiete betrafen:

- Das Fördern von Bedruckstoffen und von Zwischenprodukten (17 Themen)
- Das Fördern von Bahnen (4 Themen)
- Papier- und Kartonverarbeitung (10 Themen)
- Optimierung der Druckqualität (5 Themen)
- Verkettung, planmäßige Instandhaltung und Zuverlässigkeit (4 Themen)

Im Thema *Querschnittsprobleme in der Polygrafischen Technik und in der Verarbeitungstechnnik* stellte Prof. Adler die von ihm weiter entwickelte Lösungssystematik vor und promovierte damit 1976.

Weitere Informationen zu den Forschungsthemen sind in /1/ enthalten.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten wurden von den Industriepartnern VVB Polygraph, VVB Polygrafische Industrie und VVB Verpackung genutzt, sowie in Patenten, Veröffentlichungen und Fachbüchern dargestellt.

Besonders erwähnt seien:

- die 1976 im Institut gedruckte Broschüre „Wir berichten“
- Abschnitt „Papierverarbeitungs- und Druckmaschinen“ im Taschenbuch Maschinenbau 3/II, Verlag Technik 1968
- Dr. Hermanies: Wissensspeicher für Technologen „Polygrafische Technik“.

Die von Prof. Adler eingeführten „Lehrbriefe“ stellten den Studenten wichtige Erkenntnisse zu den einzelnen Lehrveranstaltungen zur Verfügung und waren Grundlage für das Fernstudium.

In Vorträgen zu den wissenschaftlichen Veranstaltungen, zu RAPO - Fachtagungen und in den Bahnlaufseminaren wurden Forschungsergebnisse dargestellt, aber auch Behinderungen der Forschung und Wünsche an die Industriepartner aufgezeigt.

Prof. Adler hat eine Vielzahl von Beiträgen in der Fachpresse und in Fachbüchern veröffentlicht:

- Polygrafische Fachthemen (11, darunter Adler und Mitarbeiter im Taschenbuch M.-Bau)
- Standardisierung und Meßtechnik (15)
- Lösungssystematik (4)
- Energie (4)

Internationale Beziehungen

Ein besonderer Verdienst von Prof. Adler war der Aufbau von Beziehungen zu Bildungseinrichtungen, zur TH Brünn, zur Hochschule in Liberec und zur TH Lodz aber vor allem die Zusammenarbeit mit dem Moskauer Polygrafischen Institut (MPI).

Außer gegenseitigen Besuchen von Wissenschaftlern mit jeweils im Partnerinstitut gehaltenen Vorträgen und Vorlesungen vor Studenten wurden seit 1967 jährliche Austauschpraktika von jeweils acht Studenten und zwei Betreuern durchgeführt. Des weiteren gab es gegenseitige Besuche und Vorträge zu Fachtagungen und zu Jubiläen, z. B. Rektor Prof. Wolkow 1978 zum 25-jährigen Bestehen der THK und zur 2.RAPO-Fachtagung sowie Prof. Ruder 1980 zur 50-Jahr-Feier der Gründung des

MPI. Es gab aber auch längere Studienaufenthalte von Wissenschaftlern und Diplomanden am Partnerinstitut. So weilten 1969 die Aspirantin Odinokowa und 1975 Dr. Mitrofanow vom MPI sowie Dr. Tschaban vom Ukrainischen Polygrafischen Institut sowie auch Dr. Stepniewski von der TH Lodz an der THK.
Studienaufenthalte von Mitarbeitern und zur Anfertigung von Diplomarbeiten im jeweiligen Partnerinstitut vertieften die Zusammenarbeit und die Sprachkenntnisse. Des weiteren gab es den Austausch von Fachbüchern und gemeinsame Veröffentlichungen.

Eine besondere Hilfe in den Anfangsjahren des Institutes waren für Prof. Adler und die Studenten eine Reihe theoretisch anspruchsvoller Lehrbücher mit anschaulichen Prinzipdarstellungen, die Professoren des MPI im Moskauer Verlag Kniga bereits in den 50er Jahren herausgegeben hatten, sowie die Buchreihe „Wissenschaftliche Arbeiten“ des MPI. Prof. Tjurin, Leiter des Lehrstuhles für Druckmaschinen, hat insgesamt 3 Lehrbücher zur Berechnung und Konstruktion von Druckmaschinen geschaffen.

Der Inhalt der in russischer Sprache vorliegenden Bücher konnte mit einiger Mühe erschlossen werden. Als Dipl.-Ing. Reinhard Feige, der am MPI studiert hatte, am 1. 9. 1961 von Prof. Adler als Assistent eingestellt wurde, verringerte sich die Sprachbarriere, und das Institut besaß einen fähigen Mitarbeiter für die Zusammenarbeit mit dem MPI.

Probleme durch die Sektionsgründung

Am 31. 10. 1968 erfolgte die Sektionsbildung mit Auflösung der Institute. Das Institut für Polygrafische und Papierverarbeitungsmaschinen setzte seine Arbeit als Lehrbereich, später als Wissenschaftsbereich „Polygrafische Technik „ fort.

Die Institute verloren ihre funktionsfähige Einheit. Die Lehrbereiche wurden auf das wissenschaftliche Personal und eine Schreibkraft beschränkt.

Aus dem Wissenschaftsbereich wurden einschließlich der Mitarbeiter herausgelöst:

- Mechanische Werkstatt und Meßtechnik
- Versuchsfeld, einschließlich der Hochschuldruckerei
- Laboratorien
- Zeichenbüro und die
- Dokumentationsstelle

Die Auflösung der Dokumentationsstelle hat Prof. Adler sehr getroffen. Er bezeichnete diese als „brutale Zerschlagung“ und als „Trauerspiel“. Durch Zufall konnte Prof. Adler einiges vor dem Vernichten retten.

Die Zusammenarbeit mit den zentralisierten Technikbereichen wurden durch deren Verselbständigung und durch Bürokratisierung erheblich behindert. Bei der Vorbereitung und Erteilung von Aufträgen durch Hochschullehrer und wissenschaftlichen Mitarbeitern war der persönliche Kontakt erschwert und die vorher im Institut mögliche effektive mündliche Auftragserteilung, ggf. unterstützt durch Handskizzen, war nicht mehr gegeben. Die Dringlichkeit und Reihenfolge der Auftragsbearbeitung konnte durch den Wissenschaftsbereichsleiter kaum noch beeinflußt werden. Trotz aller Schwierigkeiten wurden die Aufgaben in Lehre und Forschung dank der hohen Einsatzbereitschaft von Prof. Adler und seinen Mitarbeitern weiterhin erfolgreich gelöst.

Jubiläen und gesellige Veranstaltungen

Seit Gründung des Institutes hat Prof. Adler gesellige Veranstaltungen und Feste organisiert sowie angeregt. Er meinte, es gäbe „echte Anlässe“ oder „gesuchte Vorwände“, um zu feiern. Mit diesen Veranstaltungen förderte Prof. Adler das Zugehörigkeitsgefühl und die kollegiale Gemeinsamkeit aller Institutsangehörigen.
Im Rückblick kann eingeschätzt werden, dass sich dadurch eine große Einsatzbereitschaft aller ergab, um auch schwierige und gelegentlich unpopuläre Aufgaben im Interesse des Institutes zu erfüllen und dabei auch kollegiale Unterstützung zu geben.

Bei festlichen Einladungen, Führungen durch das Institut mit Besichtigung der Labore und Vorführungen im Versuchsfeld oder bei gemeinsamen Wanderungen und Ausflügen wurden oft die Ehepartner und Kinder mit eingeladen. Dadurch erweiterte sich das Zugehörigkeitsgefühl auch bei den Familienangehörigen und förderte damit das Verständnis für Dienstbelastungen im Institut.

Feiern zu Institutsjubiläen oder zu wichtigen Ereignissen, wie. z. B. Berufungen, fanden meist in Restaurants mit den Institutsangehörigen und oft auch mit ihren Ehepartnern statt. Auch persönliche Anlässe der Institutsangehörigen, wie runde Geburtstage, besondere Auszeichnungen, erfolg-

Abb. 6: Rektor Prof. Kraus gratuliert Prof. Adler zum 75. Geburtstag

reich verteidigte Doktorarbeiten oder auch Polterabende, wurden gefeiert.

Die Weihnachtsfeiern seit 1957, jeweils kurz vor dem Fest durchgeführt, gaben traditionell Gelegenheit, den Institutsangehörigen für die im abgelaufenen Jahr geleistete Arbeit zu danken und alle vor den Weihnachtsferien in besinnlicher Runde im Dienstzimmer des Leiters zu vereinen.
Ein besonderer Höhepunkt im Institut waren und sind die Gautschfeiern. Damit wurde die aus den Drucker-Zünften stammende Tradition, bei der ausgelernte Druckergesellen in die Zunft der „Schwarzkünstler“ feierlich aufgenommen wurden, für unsere Fachrichtung übernommen, um verdienstvolle Mitarbeiter und erfolgreiche Studenten der Drucktechnik zu ehren. Das erste Gautschfest wurde am 25. 6. 1978 anläßlich eines Gartenfestes bei Prof. Adler durchgeführt.

Bei Wanderungen und Gartenfesten zeigten die Institutsmitglieder ihre Verbundenheit zur Natur und erholten sich an der frischen Luft bei viel Bewegung. Sie dienten dazu, sich außerhalb des Institutes näher kennenzulernen und so die von Prof. Adler angestrebte Kollegialität und das Zusammengehörigkeitsgefühl zu stärken.

Prof. Adler starb am 18. 10. 1988 im Alter von 79 Jahren in seiner Wohnung.

Am 25. 10. 1988 wurde Prof. Adler auf dem Gablenzer Friedhof beerdigt. Viele Mitarbeiter und ehemalige Absolventen gaben ihm das letzte Geleit.

Literatur:

/1/ Chronik der Polygrafischen Technik an der TU Chemnitz 1956 – 1997

Institut für Print- und Medientechnik, TU Chemnitz 2002

Digitaldruck – Geschichte und Gegenwart
Dipl.-Ing. Ralf Schlözer, M. Sc.

„The more you know about Xerography, the more you areamazed it works".
Bob Gundlach, Xerox Corp.

geb. 1966 in Stuttgart, ab 1989 Studium am Institut für Technologie und Planung Druck der Hochschule der Künste Berlin mit dem Abschluss Dipl.-Ing., ab 1995 Studium am Rochester Institute of Technology in Rochester, New York, mit dem Abschluss M. Sc in Graphic Arts Sciences, 1996 Eintritt in die Entwicklungsabteilung für Forschung und Technologie (DICOweb) der MAN Roland Druckmaschinen AG in Augsburg. Seit 2001 Director On Demand Printing and Publishing Service Europe bei InfoTrends, Ltd., Luton, UK und verantwortlich für Technologie- und Marktprognosen, Marktgrößenuntersuchungen, und Trendanalysen für den digitalen Produktionsdruck in Europa. VDD-Mitglied

Zunächst ist die Frage zu stellen: Was ist Digitaldruck? Es gibt keine allgemeingültige Definition für die ganze Reihe an Technologien, die üblicherweise mit Digitaldruck bezeichnet werden. Am besten lässt sich Digitaldruck durch die Übertragung des digitalen Druckbildes direkt in die Druckmaschinen definieren. Oft wird auch eine „nicht permanente Druckform" als Kriterium verwendet, obwohl ein Verfahren wie die Magnetografie ein permanentes Druckbild haben kann. Auch die Bezeichnung „non-impact" ist nicht eindeutig, da gelegentlich hohe Drücke bei Übertragung und Fixierung von Toner verwendet werden. Im Allgemeinen beschrieben beide Definitionen jedoch Digitaldruck recht gut. Zudem ist der Digitaldruck nicht eine Technologie, sondern ein Überbegriff zu einer ganzen Reihe an Technologien mit recht unterschiedlichen Eigenschaften. Bei der Übersicht über die verschiedenen Digitaldrucktechnologien wie Elektrofotografie mit Trocken- oder Flüssigtoner, Ink-jet, Magnetografie, Elektrografie, Thermografie, Ionografie, Electrografie u. a. dominieren die beiden Ersteren den Markt, wobei die Elektrofotografie mit Trockentoner 95% aller Produktionssysteme ausmacht. Als eine Sonderform der Drucksysteme mit Übertragung einer digitalen Druckform ist der direkt bebilderte Offsetdruck anzusehen – er ist aber kein Digitaldruck im eigentlichen Sinne.

Gerade bei den Ink-jet kann man zahlreiche zusätzliche Technologieausprägungen unterscheiden, die deutlichen Einfluss auf Einsatzgebiet und Eigenschaften der Drucksysteme haben. So kann man die Systeme grundsätzlich in „continuous drop" und „drop-on-demand" Technologien einteilen. Das Erste wird heutzutage selten angewandt und nur bei der Kodak Versamark im grafischen Farbdruck eingesetzt. Bei den Letzteren kann man verschiedene Arten der Tropfenerzeugung unterscheiden: es ist vorwiegend thermisch (Bubble jet) oder mittels Piezo-Aktuatoren, es können aber auch eine Vielzahl anderer Verfahren eingesetzt werden. Die dabei verwendeten Flüssigkeitssysteme können auf Wasser, UV-härtenden Monomeren, organischen Lösemitteln oder auf Phasenübergängen basieren (eine wachsartige Substanz wird vor dem Ink-jet Vorgang geschmolzen und erstarrt auf dem Bedruckstoff wieder). Als Färbemittel können für die verschiedenen Ink-jet Verfahren einerseits Pigmente oder Farbstoffe dienen. Die Kombination all dieser Faktoren beeinflussen die Kosten der Druckköpfe, Kosten der Tinten, Geschwindigkeit, Qualität, Bedruckstoffvielfalt und mehr, was ein großes Spektrum an heutigen Einsatzgebieten und zukünftiges Optimierungspotenzial ergibt.

Im Gegensatz zu den konventionellen Druckverfahren wird Digitaldruck nicht nur in professionellen Umgebungen eingesetzt. In den untersten Leistungsklassen findet sich Digitaldruck auch im Heimbereich (PC-Drucker, Fax) während im Bürobereich oft produktivere Systeme in Form von Multifunktionsgeräten (MFP) eingesetzt werden. Noch höhere Qualität und Leistungsfähigkeit haben Produktionssysteme, mit denen Druck als Dienstleistung für Andere angeboten wird. Die Zuordnung einzelner Produkte zu den Bereichen ist dabei nicht immer eindeutig und oft werden für Büroanwendungen entwickelte Geräte auch in Copyshops, Schnelldruckereien oder Vervielfältigungsabteilungen genutzt.

Die Einsatzgebiete des Digitaldrucks sind sehr vielfältig und lassen sich grob in drei Bereiche einteilen: Dokumentendruck, Großformatdruck und

industrieller Druck. Auch unterscheiden sich die typischen Anwendungen für Schwarz-weiß und Farbsysteme. Anwendungen im Dokumentendruck in Schwarz-weiß sind: Rechnungen, Handbücher, Publikationen und Direct Mail. In Farbe sind die Hauptanwendungen: Werbung (besonders mit variablen Daten), Publikationen und Fotodrucke. Im Großformatdruck in Schwarz-weiß wird produziert: Architektur- und Ingenieurzeichnungen, in Farbe: Plakate bzw. Poster, Proofs, Textildrucke, Car-wraps, Bodenbeläge und vieles mehr. Im industriellen Einsatz sind Schwarz-weiß Anwendungen: Barcodes, Adressierungen, Etiketten und funktionale Oberflächen, in Farbe: Etiketten, Verpackungen, Aufdrucke auf Keramik, Metall, Holz und andere nicht-papier Bedruckstoffe.

Die Geschichte der Elektrofotografie

Die Geschichte des Digitaldrucks beginnt mit dem Datum 22. Oktober 1923. Als sein Erfinder gilt der US-Amerikaner Chester Floyd Carlson. Er war der Sohn schwedischer Einwanderer in der 3. Generation und wurde am 8. Februar 1906 in Seattle im Bundesstaat Washington an der Westküste der USA geboren. Seine Eltern starben schon früh an Knochenmark-Tuberkulose, sodass er vorzeitig und mit Schulden das Studium am California Institute of Technology (CIT) mit dem Grad eines Bachelor of Science in Physik im Jahre 1930 abschließen musste. In der gerade beginnenden Krisenzeit war es schwer, eine Anstellung zu finden – er schrieb 82 Bewerbungen und erhielt ebenso viele Absagen, wie er später einmal sagte. Am Ende klappte es bei den Bell Laboratories in New York als Assistent des Leiters der Patent-Abteilung, doch mit der sich ausweitenden Weltwirtschaftskrise folgte 1933 schon wieder die Entlassung.

Eine neue Chance bekam er in einem Patentanwaltsbüro in der Nähe der Wall Street in New York, wo er sich mittels einer Lehre und dem Besuch der Abendschule zum staatlich anerkannten Patentanwalt weiterbilden konnte, sodass er danach eine besser bezahlte Stelle in der Patentabteilung der Firma P. R. Mallory & Co. erhielt, die er bis zum Jahre 1945 innehatte. Schon lange war ihm das stupide Abzeichnen von Patentzeichnungen eine Last, die einen Großteil seiner Arbeit in Anspruch nahm. Er sann deshalb auf Abhilfe. Die Lektüre eines Buches über Elektrostatik, das er sich in der Bibliothek ausgeliehen hatte, brachte ihn auf die Idee, die er gleich schriftlich festhielt und am 18. Oktober 1937 zum Patent anmeldete.

Doch die Idee und das Patent mussten erst erprobt werden, bevor damit Geld zu verdienen war. Nach vielen gescheiterten Versuchen, die er nur an den Wochenenden in seiner Küche zuhause zur „Freude“ seiner Anwohner (Schwefelgerüche) durchführen konnte – die Wochentage waren mit der Arbeit im Patentbüro und die Abende mit Abendkursen belegt – gelang ihm schließlich am 22. Oktober 1938 der Durchbruch (Abb.1) mit Hilfe des gerade aus Deutschland geflohenen Physikers Otto Kornei, den er für seine Arbeitszeit bezahlte. Sie beschichteten eine Metallplatte mit Schwefel und luden sie elektrisch auf, indem sie die Platte mit einem Baumwolltuch rieben. Anschließend beschrifteten sie eine Glasplatte mit dem Datum und Ort des Versuches „10.-22.-38 Astoria“ (Die Stadt Astoria auf Long Island bei New York ist damit gemeint) und legten diese auf die Metallplatte.

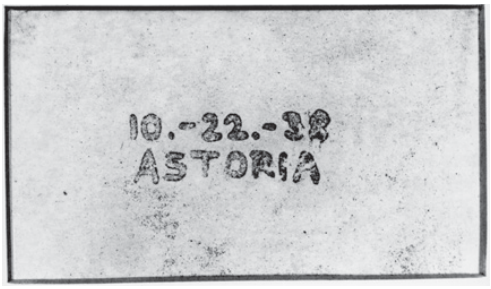


Abb.1: Chester Floyd Carlson mit dem ersten von ihm entwickelten elektrofotografisch arbeitenden Kopiergerät und der ersten darauf erstellten Kopie

Im vorher verdunkelten Raum wurde die Metallplatte durch die Glasplatte hindurch einige Sekunden lang mit einer starken Lampe belichtet. Dann wurde die Glasplatte entfernt und Bärlappsporen, die sehr kleine Korngrößen aufweisen, auf die Metallplatte gestreut. Nach dem Abblasen blieben die Samenkörner nur an den, unter der Schrift gelegenen, unbelichteten Stellen der Metallplatte haften – an den belichteten Stellen waren die Ladung und damit die Samenkörner verschwunden. Anschließend wurde ein Blatt Wachspapier auf die Platte gedrückt und mit dem Bärlappsamen abgezogen. Die erste elektrofotografische Kopie war damit entstanden.

Natürlich entsprach dieses Verfahren nur dem Prinzip nach dem, was moderne Kopierer heute mit den Prozessschritten:

1. Laden des Fotohalbleiters
2. Belichten mit einem latenten Bild
3. Entwickeln des Ladungsbildes mit Toner
4. Übertragen des Tonerbilds auf den Bedruckstoff
5. Säubern des Fotohalbleiters
6. Fixieren des Tonerbilds auf dem Bedruckstoff hervorbringen.

Doch die Funktionsfähigkeit des Verfahrensprinzips konnte somit bewiesen werden. Die Anstrengungen von Carlson, das Verfahren zu vermarkten waren jedoch wenig erfolgreich. Alle Firmen, denen er sein Patent zur Weiterentwicklung anbot, darunter so gut geführte Unternehmen wie IBM, Eastman Kodak, General Electric und RCA, hatten ein „enthusiastisches Fehlen an Interesse“, wie er es später etwas sarkastisch ausdrückte.

Carlson ließ sich jedoch nicht entmutigen und hielt alle Fortschritte, die er zwischenzeitlich gemacht hatte, mit weiteren Patentanmeldungen fest. Als Namen für sein Verfahren hatte er schon damals den Ausdruck „Elektrofotografie“ gewählt. 1944 kam er mit Vertretern des Battelle Memorial Institute in Columbus, Ohio, zusammen, die gerade die Battelle Development Corp. gegründet hatten, um darüber neue Erfindungen zur Marktreife zu führen. Sie gewährten ihm 3000 US-Dollar gegen Beteiligung am Erfolg.

Erst drei Jahre später konnte Carlson den Präsidenten der Firma Haloid in Rochester, New York, Joseph C. Wilson, davon überzeugen und dazu bringen, einen Kopierer nach Carlsons Plänen zu bauen. Haloid stellten damals in der Nachbarschaft von Eastman-Kodak Fotopapier her und machten damit 1946 einen Umsatz von 6,7 Mio. US-Dollar bei rund 100 000 Dollar Nettogewinn. 16 Jahre später, 1962, erzielten sie mit Carlsons Produkten einen Umsatz von über 100 Mio. US-Dollar bei rund 12 Mio. Nettogewinn.

Am 22. Oktober 1948 erfolgte die erste öffentliche Bekanntgabe durch die Haloid Corp. zur Xerografie und 1950 kam der erste Trockenkopierer, das Modell A, auch „Ox Box“ genannt, auf den Markt. Allerdings konnte bei ihm noch nicht von einer einfachen Bedienung gesprochen werden. Um eine Kopie herzustellen, musste der Benutzer 39, teilweise recht komplizierte Arbeitsschritte ausführen. Nicht überaschend war dem Gerät kein Erfolg im angestrebten Markt für die Vervielfältigung von Bürodokumenten beschieden.

Ein bescheidener Erfolg hielt Haloid jedoch in diesen schwierigen Jahren über Wasser: die Herstellung von Papierdruckformen für Offsetduplikatoren. In diesen Jahren besaß so gut wie jedes Unternehmen eine Vervielfältigungsstelle mit Offsetduplikatoren, z.B. von der Firma Multilith. Im Vergleich zu den zu dieser Zeit möglichen Verfahren, einen lithografischen Offsetmaster herzustellen war die Bedienung des Modell A relativ einfach und ein Master kostete statt 3 Dollar nur noch 40 Cents. Der Toner war ausreichend farbannehmend und ein Spezialpapier stellte eine ausreichende Festigkeit sicher. Die direkten Nachfolgemodelle des Modell A mit einigen Detailverbesserungen wurden auf die Herstellung von Offsetformen hin konzipiert. Bis 1953 nahm Haloid durch den Verkauf, Leasing, Spezialpapiere und Toner für Offsetdruck über 2 Millionen US-Dollar ein.

Ein erster neuer Versuch zu einem Kopiergerät stellte 1954 die Copyflo-Kopiermaschine dar. Für 130 000 US-Dollar und in der Größe eines Kleinlastwagens (Abb. 2) kam Haloid dem Ziel eines Kopiergeräts für den Massenmarkt kaum näher – es wurden insgesamt etwa 500 Maschinen verkauft. Trotzdem war das Gerät ein bescheidener Erfolg und steigerte bis 1956 zusammen mit den Modellen für Offsetmaster den Umsatzanteil durch elektrofotografische Produkte bei Haloid auf 40%. Trotzdem suchte Haloid in diesen Jahren nach Lizenzpartnern für Elektrofotografie, fand diese aber nicht.

Da die Bezeichnung „Elektrofotografie“ für das Marketing nicht gut geeignet schien, wählte Wilson nach dem Vorschlag eines Professors der Ohio University den Namen „Xerographie“, von griechisch „trocken schreiben“. Die Firma Haloid

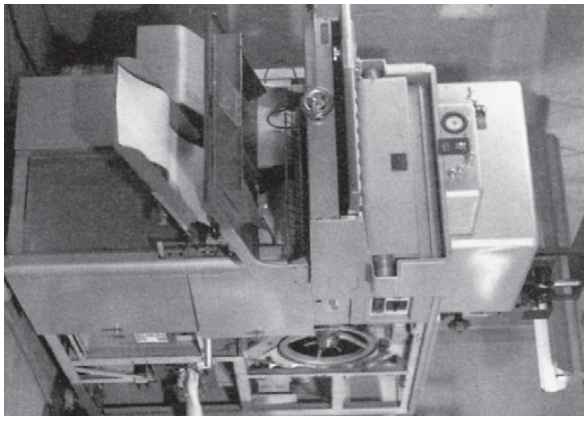


Abb.2: Die in 1954 entwickelte Copyflo-Kopiermaschine kostete 130 000 US-Dollar und war kein Erfolg als Büroverviefältigungssystem

nannte sich deshalb ab 1958 Haloid Xerox, Inc. Einige Monate später, 1959, kam der erste vollautomatische Kopierer auf den Markt, der „Xerox 914“ (Abb.3). Er machte 6 Kopien pro Minute auf Normalpapier. So zuverlässig wie die späteren Modelle war dieses Produkt jedoch nicht. Bei einer Präsentation von zwei Kopierern fing einer plötzlich Feuer, was sicher keine gute Reklame war. Im Schnitt wurde ein Serviceanruf pro 2000 Kopien nötig. Trotzdem wurden die kühnsten Erwartungen an die Anzahl der Verkäufe und Kopien pro Gerät übertroffen. Auf Grund von Nutzungsraten bei Durchschreibepapier oder bei Thermokopien auf Spezialpapier erwarteten Optimisten bei Haloid dass Spitzennutzer in manchen Monaten bis zu 10 000 Kopien produzieren würden. Tatsächliche Volumen lagen schon von Start an vier bis fünfmal so hoch. Insgesamt wurden von der „Xerox 914“ mehr als 200 000 Stück hergestellt und zwischen 1959 und 1976 vertriebenen – ein großer Markterfolg, sodass sich die Firma Haloid Xerox, Inc. bald in Xerox Corporation (Corp.) umbenannte und zum 15. größten Unternehmen der USA wurde.

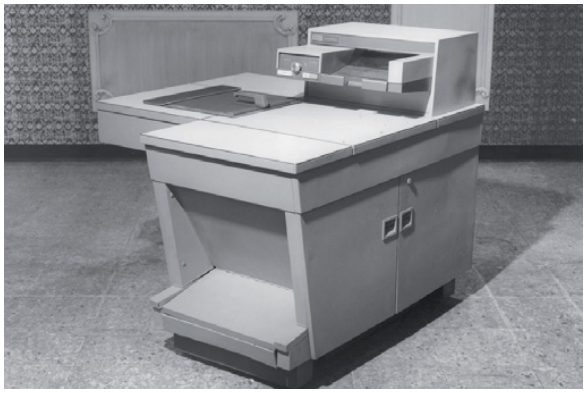


Abb.3: Der „Xerox 914“ war der erste erfolgreiche elektrofotografische Kopierer – mehr als 200 000 Geräte wurden davon 1959-1976 hergestellt und verkauft

Mit dem Modell 813 brachte Xerox 1963 den ersten Desktop-Kopierer auf den Markt. Xerox „erfand“ auch das Klick-Modell: Ab 1962 wurden die Geräte nur nach Nutzung bezahlt.

Chester Floyd Carlson starb am 19. September 1968 auf der Straße, als er gerade die 57th Street auf Manhattan hinunterging und plötzlich tot umfiel. Er hinterließ ein Vermögen von 150 Mio. US-Dollar, die er zum großen Teil testamentarisch wohltätigen Institutionen zugute kommen ließ. Nach Ablauf von Carlson Patenten erschienen eine Vielzahl von Kopierer-Herstellern auf dem Markt, die alle das elektrofotografische Verfahren übernommen hatten. 1975 zwang die US Anti-

Abb.4: Der erste Xerox Laserdrucker war das Modell Xerox 9700

trustbehörde Xerox ebenfalls Lizenzen an konkurrierende Firmen zu geben.

Mit der Erfindung des Lasers, die dem US-Amerikaner Gordon Gould, damals noch Physik-Student an der Columbia University in New York, am 11. November 1957 gelang, wurde die Grundlage gelegt für den Wandel von analog arbeitenden Bürokopierern zu digital das Bild auflösenden (scannende) und ebenso wiedergebende Laserdruckern. Den Anfang machte die Xerox Corp. 1971 mit einem modifizierten analogen Xerox-Kopierer durch den Xerox-Forscher Gary Starkweather. Doch erst das IBM-Modell 3800 im Jahre 1976 wurde ein kommerzieller Erfolg. 1977 folgte dann der erste Xerox-Laserdrucker, das Modell 9700 (Abb.4). 1984 kam Hewlett-Packard (HP) mit dem „LaserJet“, dem ersten massenmarkttauglichen Laserdrucker mit einer „All-in-one“- Tonerkartusche heraus.

Im Laufe der Zeit wurden die elektrofotografischen System immer schneller und leistungsfähiger. Im Jahre 1988 führte Xerox die 5000er Serie ein und 1990 wurde die erste Xerox-DocuTech mit digitaler Bilderzeugung vorgestellt, jedoch zunächst nur für Aufsichtsvorlagen. Kurz darauf wurde die Maschine postscriptfähig und kostete 220 000 US-Dollar. Die 1997 eingeführte DocuTech Modell 6180 konnte schon 180 Seiten pro Minute ausbringen. Den schnellsten Drucker auf Tonerbasis stellt seit dem Jahre 2007 der Delphax CR 2200 mit 2200 Seiten pro Minute dar. Er arbeitet jedoch nicht mit Elekrofotografie, sondern mit Ionografie. Schwarzweißsysteme waren früh sehr erfolgreich, auch für kommerzielle Anwendungen wie dem Rechnungsdruck, für Handbücher und Personalisierung. Ende 2007 wurden fast 60 000 Systeme mit mehr als 70 Seiten pro Minute im professionellen Bereich eingesetzt.

Abb.5: Der Canon CLC-1-war das erste Gerät einer langen und erfolgreichen Reihe von Farbkopierern

1973 erschien der erste Farbkopierer von Canon, noch auf analoger Basis. Es dauerte bis 1983 bis Xerox nachzog und den ersten Xerox-Farbkopierer entwickelte, von dem auch nur ca. 400 Systeme produziert wurden. 1987 folgte der Canon CLC-1-Farbkopierer (Abb.5) mit 5 Seiten pro Minute - das erste Gerät einer langen Serie von Farbkopiersystemen. Seit 1988 war das Gerät auch mit einem EFI Fiery RIP erhältlich. Canon ist bis heute der Marktführer für Farbkopierer. Farbkopierer erreichen heutzutage Geschwindigkeiten bis zu 90 A4-Seiten pro Minute.

Die internationale Messe für Druck und Papier IPEX in Birmingham, UK, war 1993 der Startschuss für digitale Farbdrucker – nicht mehr nur Farbkopierer – für den kommerziellen Druck in Konkurrenz zu den üblichen Druckmaschinen. Es waren hier zwei Anbieter, die Aufsehen erregten: Indigo mit der E-Print (Abb.6) und das Xeikon mit der DCP-1.

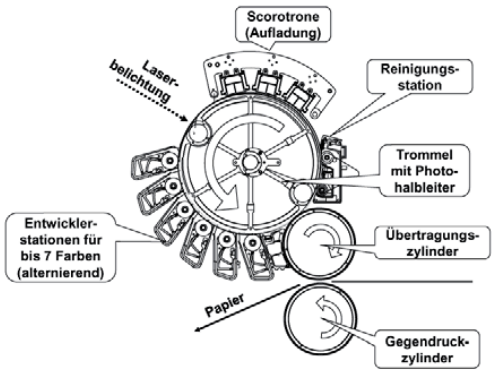


Abb.6: Querschnitt eines HP Indigo Druckwerks mit indirektem Druck durch ein Gummituch

Im Gegensatz zu anderen heutzutage erhältlichen elektrofotografischen Systemen benutzt Indigo einen Flüssigtoner. Das Lösemittel wird auf einem Offsetgummituchzylinder teils abgesaugt, teils verdampft und ein noch plastischer Farbfilm wird auf den Bedruckstoff übertragen. Da 100% des Toners übertragen werden, können alle Farben nacheinander mit demselben Gummituch übertragen werden. Das Gerät erreichte 800 dpi Auflösung und produzierte 35 4-farbige A4 Seiten pro Minute. Bis Ende 1995 wurden ca. 300 Systeme verkauft.

Das Xeikon-System basiert auf LED-Entwicklungen von Agfa-Gevaert, und löste mit 600 dpi bei 4-bit Graustufen auf und produzierte im Rollendruck mit anschließendem Querschneidwerk 70 Seiten pro Minute. Es konnte bis Ende 1995 ca. 350 mal verkauft werden. Beide Fabrikate arbeiteten nach dem elektrofotografischen Prinzip. Mit diesen zwei Farbsystemen war digitale Technik im kommerziellen Drucksektor angekommen - bei Indigo sprach man von der Gutenberg Galaxis. Die konventionellen Druckmaschinenhersteller konterten gegen das Aufkommen dieser Digitaldruckmaschinen mit so genannten Computer-to-Press-Modellen.

Die Geschichte des Inkjet-Verfahrens

Das zweite erfolgreiche Digitaldruckverfahren ist das Inkjet-Verfahren. Allerdings ist hier die Erfindungsgeschichte weniger eindeutig nachzuvollziehen. Das erste Patent zu Inkjet geht auf Lord Kelvin zurück, dem bereits im Jahre 1858 ein Patent für ein Aufzeichnungsgerät mit Tintentropfen zugestanden wurde. 1867 zeichnete man damit Morse-Signale auf Papier auf. Im Jahre 1928 erfand der General Electric-Ingenieur Clarance W. Hansell die elektrische Ablenkung des Düsenstrahls und 1947 ließ er sich zusätzlich die luftunterstützte, piezoelektrische Tröpfchenbildung als Weiterführung des Patentes von Genscher von 1937, die Tropfenbildung durch pulsierende Ströme betreffend, patentieren. 1948 setzte Elema in Schweden einen Tintenstrahl zur Aufzeichnung eines Galvanometers ein 1951 wurde durch SIEMENS das erste Inkjet-Aufzeichnungsgerät patentiert. (Abb.7). 1960 konnte sich Sweets die individuelle, elektrostatische Tropfenablenkung patentieren lassen.

Im Jahre 1965 bekam der deutsche, in Schweden an der Universität von Lund lehrende Physiker, Carl Hellmuth Hertz, die elektrostatische Tropfenbildung patentiert. Hellmuth Hertz war

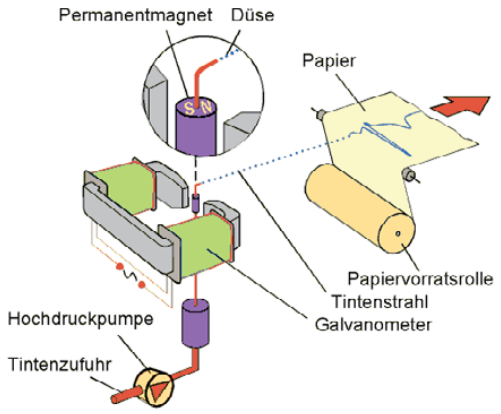


Abb.7: Schemazeichnung des ersten patentierten Inkjet-Aufzeichnungsgerätes von SIEMENS aus dem Jahre 1951

der Sohn des Physik-Nobelpreisträgers Gustav Hertz von 1925, der nach seiner Deportation in die UdSSR in der ehemaligen DDR einen Lehrstuhl für Experimentalphysik an der Universität Leipzig inne hatte und seinerseits der Neffe des berühmten Heinrich Hertz, Entdecker der elektromagnetischen Wellen, war. Auf dem Patent von Carl Hellmuth Hertz baute das fein auflösende „Spray away"-Verfahren mit Ringablenker und Blende auf, das zu Beginn der 1970er Jahre auch in deutschen Forschungslabors, u. a. bei Agfa in Leverkusen, zwecks Weiterentwicklung zum Einsatz kam. 1973 wurde dann der DIJIT Drucker durch die Firma Mead in den USA auf den Markt gebracht, mit dem Ziel Barcodes, aber auch Werbebotschaften zu drucken. 1976 stellte IBM den 6640 Drucker vor, als Ausgabegerät für Textverarbeitung. 1987 erschien mit dem „IRIS Graphics 3024" der erste Proof-Printer in den Vorstufenabteilungen der grafischen Industrie, basierend auf continuous drop Technologie, der schon zu dieser Zeit das Qualitätspotential von Ink-Jet aufzeigte.

Das erste „drop-on-demand"-Verfahren wurde Mitte der 1970er Jahre von einer Gruppe um Joachim Heinzl bei SIEMENS erfunden. Prof. Dr.-Ing. Joachim Heinzl lehrte bis vor kurzem an der TU München, und war Inhaber des Lehrstuhls für Feingeräte und Mikroelektronik. Nachdem IBM 1976 den ersten „continuous"- Inkjet-Drucker vorgestellt hatte, konnte SIEMENS mit den Entwicklungsergebnissen der Gruppe Heinzl ab 1977 den ersten „drop-on-demand"-Drucker mit der Markenbezeichnung „PT 80i" auf den Markt bringen. Er arbeitete mittels Piezotechnologie und 12 Düsen, die bereits 270 Zeichen pro Sekunde drucken konnten. SIEMENS hatte damit eine Führungsposition bei der Entwicklung von Tintenstrahldruckern eingenommen. Weil man in der Pionierzeit noch ohne ernsthafte Konkurrenz war, ansehnliche Stückzahlen vom PT 80i zu guten Preisen absetzten konnte, versäumte man – so wird vermutet – die weitere Entwicklung voranzutreiben und wurde von Anderen überholt.

Ende der 70er Jahre legten zwei Firmen die Grundlagen für Ink-jet Technologien, mit denen sie noch heute den Markt beherrschen. Bei HP suchten Entwickler um John Vaught nach dem Konzept für den idealen Drucker, nachdem sie den ersten HP Laserdrucker entwickelt hatten. Aus fünf non-impact Technologien wählte das Team Ink-jet aus. Nach einigen Versuchen kamen die Entwickler auf die Idee mit einem Dünnfilmwiderstand die Tinte explosionsartig zu erhitzen – damit wurde HPs Thermal Ink-jet Technologie begründet. Leider konnten die Entwickler zu der Zeit die genaue Funktionsweise des Verfahrens nicht erklären und stießen damit beim HP-Management auf erhebliche Widerstände ein kommerzielles Produkt zu entwickeln. Mit einigem Aufwand gelang es jedoch, das Management von der Technologie zu überzeugen, die später für HP zu einem der wichtigsten Gewinnträger werden sollte.

Canon entdeckte zeitgleich das gleiche Prinzip, als einem Labortechniker ein heißer Lötkolben auf eine mit Tinte gefüllte Spritze fiel – damit war Canon's Bubble-Jet geboren. Unabhängig und ohne gegenseitiges Wissen patentierten beide Firmen ihre Ideen, was zu umfangreichen Kreuzlizenzierungen führte.

Der Durchbruch am Markt für diese Technologie kam 1981 mit der Einführung des ersten „bubblejet"-Druckers von Canon. 1984 brachte HP den „2225 ThinkJet" auf den Markt mit 12 Düsen und 180 Picoliter-Tröpfchen zu 495 US-Dollar. Schon bald gab es zahlreiche Anbieter von Ink-Jet Technologien auf dem Markt. Mit steigender Zahl an Düsen wurde die Packung der Köpfe immer dichter und die Ansteuerung immer komplizierter. Die ersten Generationen von HP Druckern, wie der ThinkJet (1985), der PaintJet sowie der Deskjet (1987) nutzen noch „Direct Addressing", mit dem jede Düse einzeln angesprochen wird. Für die folgenden Generationen wie dem DeskJet 1200 C, (1993) der DeskJet 850 C (1995) und HP 200 DC (1998) wurde zum „Multiplexed Addressing" gewechselt. Damit konnte innerhalb von 10 Jahren die Packungsdichte der Düsen von 12 auf 300 um das 25-fache und die Frequenz der Tröpfchenerzeugung um das 10-fache auf 12 kHz gesteigert werden. In diesen Jahren legte HP den Grundstein zu seinen Erfolgen im Inkjetdruck. Die diesbe-

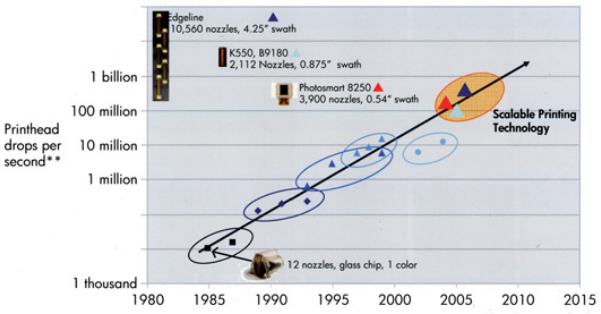


Abb.8: Nach dem Moore'sche Gesetz für Inkjet verdoppelt sich die Anzahl der Tröpfchen pro Sekunde alle 18 Monate

züglichen Patentanmeldungen erreichten im Jahr 2001 mit 55 ihren Höhepunkt.

Auf Grund der immer noch anhaltenden Leistungssteigerungen spricht HP vom Moore'schen Gesetz für Ink-jet, nach dem sich die Anzahl der Tröpfchen pro Sekunde (Abb.8), die ein Druckkopf erzeugen kann, sich alle 18 Monate verdoppelt. Inzwischen wurden dazu (A4) seitenbreite Druckköpfe entwickelt, die den Durchbruch für den Produktionsdruck brachten. Diese Köpfe müssen keine scannende Bewegung mehr vollziehen, wie in Heimdrucksystemen, sondern können beim Druck stationär bleiben. Damit erreicht man stark erhöhte Durchsatzgeschwindigkeiten und eine drastisch vereinfachte Mechanik. Vor einigen Jahren wurden seitenbreite Druckköpfe noch für wirtschaftlich nicht realisierbar gehalten, doch wurde in der Zwischenzeit deutliche Technologiefortschritte erzielt (Düsenredundanz, elektronischer Ausgleich für verstopfte Düsen, stark verbesserte Zuverlässigkeit der Düsen). 2006 kam HP mit der „Edgeline-Technology" heraus, die auf skalierbaren Druckköpfen basierte und eine dramatische Vereinfachung in der Herstellung – alle Komponenten des Druckkopfs werden aus Silikon geätzt – mit sich brachte. Auch andere Hersteller wie Epson, Kyocera, Toshiba und weitere zogen mit der Entwicklung von Seitenbreiten Druckköpfen nach.

Die aktuellen Digitaldrucksysteme

Mit der Digitaldrucktechnologie haben sich im Laufe der Jahre die Produkte stark diversifiziert. Allein im Produktionsdruck sind mehrere hundert Modelle in verschiedenen Leistungsklassen von einem guten Dutzend Herstellern verfügbar. Die Abb. 9 und 10 listen nach steigenden Produktivitätsklassen die gängigen Farb- und Schwarz-weiß-Systeme auf, wobei die Listen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Das schnellste Sys-

Abb.9: Die Farbdrucksysteme mit mehr als 60 Seiten pro Minute, geordnet von Einstiegsystemen bis Produktionssystemen für sehr hohe Volumina hochvolumiger Produktivität.

Abb.10: Die Schwarz-weiß-Drucksysteme mit mehr als 90 Seiten pro Minute, geordnet von Einstiegssystemen bis Produktionssystemen für sehr hohe Volumina

tem insgesamt besitzt zurzeit Océ mit der JetStream, mit 2 700 A4-Seiten pro Stunde oder 200 Meter pro Minute. Das schnellste kopiererbasierte Farbsystem ist die C900 von Ricoh mit 90 Seiten pro Minute, das schnellste Bogen-Tonersystem bietet HP mit der Indigo 7000 mit 120 Seiten pro Minute an und das schnellste Bogen-Inkjet-System stammt von RISO mit der HC5500, ebenfalls mit 120 Seiten pro Minute.

Druckformate sind im digitalen Produktionsdruck (abgesehen von reinen Großformatdruckern) noch relativ bescheiden. Das größte Bogenformat verarbeitet die Xerox iGen mit 364 x 521 mm. Auf das größte Druckbild kommen wegen der Nutzung von Rollenpapier die Xeikon-Maschinen, mit denen bei 50 cm Bahnbreite praktisch unbegrenzt lange Drucklängen (Banner) erzeugt werden kön-

nen. Die größte Flexibilität in der Grammatur von 60 bis 340 g/m² bei Bogensystemen weisen die Kodak Nexpress Serie und die Xerox iGen3/4 auf. Bei den Rollenmaschinen ist es die Punch Graphic Xeikon 8000.

Der Markt heute

Etwa 40% aller Akzidenzdruckereien bieten heute Digitaldruck an. Diese Abschätzung beruht auf einer InfoTrends-Umfrage von 2007. Die wichtigsten Nutzer von Digitaldruck finden sich allerdings außerhalb der klassischen Druckindustrie wie: Rechenzentrumsdruck, Direct Mailer, Copy Shops, Inhausdruckereien oder Vervielfältigungsabteilungen von Firmen, sowie Reprografen und der Bereich Fotofinishing (Fotobücher).

Die jährlichen Installationen für in der Produktion eingesetzte Digitaldrucksysteme zwischen 2003 und 2007 in Westeuropa bewegten sich zwischen 50 000 und 60 000 Systemen pro Jahr, wobei auf Schwarz-weiß-Systeme (ab 70 Seiten pro Minute) etwa 10 000 entfallen, eine Anzahl die im Laufe der Jahre ziemlich konstant blieb. Die Anzahl der Farbsysteme wuchs von 40 000 auf etwa 50 000, was einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 6,4% entspricht. Seit 2005 hat sich das Wachstum etwas beschleunigt. Unterteilt man die Farbsysteme nach den typischen Druckvolumen, das auf einem System im Monat produziert wird so kann man grob fünf Volumenbänder definieren. Der Löwenanteil der Installationen entfällt auf Einstiegssysteme (Systeme ausgelegt auf Druckvolumina bis zu 100 000 Seiten im Monat). Diese Systeme – typischerweise kompakte und günstige Farbkopierer – werden in großer Zahl seit Jahren in Copy Shops und Vervielfältigungsabteilungen eingesetzt. Professionelle Systeme für den Druckbereich sind für höhere Maximalvolumina ausgelegt. Je höher die Volumenbänder sind, desto weniger Drucksysteme werden pro Jahr installiert, allerdings ist dieser Markt stark im Wachsen begriffen. Ohne Einstiegssysteme wurde zwischen 2003 und 2007 ein jährliches Wachstum von 51,3% erzielt – von etwa 2300 Systemen auf über 12 000.

InfoTrends führt Marktgrößenabschätzungen zu Umsätzen durch die mit Digitaldrucksystemen (im kleinformatigen Bereich) erzielt werden. So wird für 2009 ein Umsatz von verkaufswerten Digitaldrucken von 27 Mrd. Euro, für 2010 von 29, für 2011 von 33 und für 2012 von 38 Mrd. Euro vorhergesagt. Während die Werte für Schwarz-weiß stagnieren, haben Umsätze im Farbdruck eine hohe Steigerungsrate.

Ein weiterer Einsatzbereich des Digitaldrucks sind Großformatdrucker. Der Umsatz an digitalen Großformatdrucken in Westeuropa nimmt heute (2008) mit 13,9 Mrd. US-Dollar bei der grafischen Produktion den größten Anteil ein, während die technischen Anwendungen nur auf 1,6 und die kreativen auf 0,7 Mrd. US-Dollar kommen. Bis 2010 werden für diese drei Einsatzgebiete Umsätze von 20,4, 1,6 und 1,1 Mrd. US-Dollar vorausgesagt.

Die Umsätze der Hersteller von Digitaldrucksystemen über alle Produkte (einschließlich Büro- und Heimdruck) waren in 2007 bei HP (Imaging and Printing Division) rund 28 Mrd. US-Dollar. Bei Xerox waren es rund 16 Mrd., bei Ricoh (imaging solutions) rund 15,5 Mrd., bei Canon (office imaging) rund 13 Mrd., bei Konica Minolta (business technologies) rund 7 Mrd. und bei Océ rund 4 Mrd. US-Dollar. Der Gesamtumsatz der ausgewählten Unternehmen mit Systemverkäufen, Verbrauchsmaterialien und Services betrug also mehr als 82 Mrd. US-Dollar. Das dürfte mehr als zehnmal so viel sein, als die konventionelle Druckmaschinenindustrie jährlich umsetzen kann.

Die Zukunft

Zweifellos wird der Digitaldruck in den nächsten Jahren immer mehr Anwendungsgebiete finden. Ink-jet hat dabei in Zukunft durchaus das Zeug, um mit der konventionellen Offsetdruckqualität und der Produktionsgeschwindigkeit mithalten zu können. Mit Ink-Jet-Technologie wird auch das Drucken von 3D-Objekten möglich, indem verschiedene Schichten aufeinander aufgetragen werden und nach dem Aushärten räumliche Objekte bilden. Auch rückt echtes mobiles Drucken in den Bereich des Machbaren, zum Beispiel das Ausdrucken von Handy-Fotos im Handy selbst. Am Ende werden wir uns vielleicht aber auch die Frage stellen müssen, ob man überhaupt noch drucken sollte? Genügt vielleicht die Anzeige mit „e-ink“ auf einem mobilen Display, das wir wie das Handy oder statt des Handys ständig mit uns führen.

Der Artikel basiert auf einem Vortrag, den der Verfasser im Rahmen der VDD-Seminarreihe am 27. 11. 08 an der TU Darmstadt gehalten hat. Die Veranstaltung erfolgte in Kooperation mit dem VDI, Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt, AK Technikgeschichte, sowie dem FDI Bezirk Darmstadt, und schließt den 2007 begonnenen Zyklus „Geschichte der Druckverfahren“ ab. Die beiden Vorgängervorträge über Bleisetzmaschinen, Buchdruck, Tiefdruck und Offsetdruck sind im VDD-Jahrbuch 2008 dokumentiert.

Vom graphischen Gewerbe zur Cross Media Industrie - Ein Blick in die Klamottenkiste unserer Branche

Dr. h.c. Siegbert Holderried

Geboren 1941 in Esslingen am Neckar, 1956 Lehre als Buchdrucker und mehrjährige Tätigkeit als Buch- und Offsetdrucker, 1966-1969 Studium an der Höheren grafischen Fachschule mit Abschluß an der - durch die Studienreform umbenannten - Staatlichen Ingenieurschule für Wirtschafts- und Betriebstechnik - der heutigen Hochschule der Medien, Stuttgart. 1969-1973 praktische Tätigkeit als Betriebsleiter in Druckereien. 1973-2006 Referent beim VDMA und Geschäftsführer der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. und der PRINTPROMOTION GmbH. Ehrendoktor der Moskauer staatlichen Universität für das Druckwesen und Ehrenmitglied des VDD.

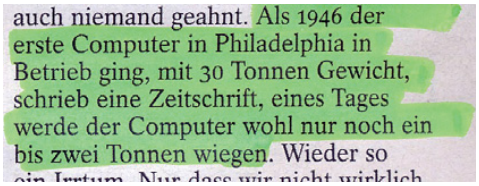
Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen (Karl Valentin) oder nach Einstein: Ich denke niemals an die Zukunft. Sie kommt früh genug.

Irrtümer haben ihren Wert,
Doch nur hie und da,
nicht jeder der nach Indien fährt
entdeckt Amerika
(Erich Kästner)

Unsere Spekulationen über die Zukunft und alle politischen Mutmaßungen sind nichts als Possen, sagte schon Friedrich der Große. Die Vergangenheit zeigt, dass er weitgehend Recht hat. Aber der Mensch lebt nun mal mit der Vergangenheit, der Gegenwart und vor allem der Zukunft. Daran hat sich wenig geändert. Prognosen oder auch Vorhersagen, Weissagungen oder Prädiktionen bewegen sich auch heute noch von der kurzfristigen Wetterprognose für die nächsten Stunden bis hin zur Apokalypse. Von dem Urwunsch, die Zukunft vorhersagen zu können, leben Religionen, Propheten, Scharlatane und Börsenanalysten.

Die gewaltigste globale Prognose, die bis heute noch im Raum steht, ist die Offenbarung des Apostel Johannes. Es waren nach Nostradamus und seinen Genossen etwas später insbesondere die Volkswirtschaftler, die den Versuch unternahmen, mittels mathematischer Modelle und Berechnungen Entwicklungen für die Zukunft vorhersagen zu können. Die Schaffung ökonometrischer Modelle und die Bündelung möglichst vieler Variablen sollten ermöglichen, in Gesamtmodellen Vorhersagen für die Zukunft und weitere technisch/wirtschaftliche Entwicklungen gewinnen zu können.

Heute existieren einerseits umfangreiche wissenschaftliche, mathematische Methoden, die nach dem Prinzip der expotentiellen Glättung auf Grundlage von Vergangenheitswerten Aussagen zu Gesetzmäßigkeiten zur Zukunft ableiten lassen, andererseits sind die veröffentlichten, öffentlich bekannten Prognosen und Forecasts für unsere Branche eher nach dem System einer empirischen Interpretation von Vergangenheitswerten erfolgt. Wenn man z. B. im Druckmaschinenbau die Methode der linearen Regressionsanalyse angewandt hätte, wäre eine realistische Trefferquote nur möglich gewesen, wenn man auch die gesamtwirtschaftlichen Wachstumsraten richtig eingeschätzt hätte. Je längerfristig Prognosen sind, umso unsicherer ist die Trefferquote, da nicht alle Imponderabilien (wie z. B. die Ölkrise, globale Entwicklung oder Strukturveränderungen und technische Trendsprünge) linear oder parallel verlaufen. Ein Beispiel:


auch niemand geahnt. Als 1946 der erste Computer in Philadelphia in Betrieb ging, mit 30 Tonnen Gewicht, schrieb eine Zeitschrift, eines Tages werde der Computer wohl nur noch ein bis zwei Tonnen wiegen. Wieder so

Die klassische Druckindustrie als quasi Muttertechnologie für Information und Dokumentation befand sich in den letzten fünfzig Jahren im Sog des Erfolgs der sich digital verändernden Informations- und Kommunikationstechniken. Aus der dynamischen Veränderung der digitalen Techniken heraus, war es für die Hersteller der klassischen Techniken überlebensnotwendig, alle Möglichkeiten auszuschöpfen, um Informationen und Kenntnisse darüber zu gewinnen, wie sich die

Techniken und die Marktbedürfnisse langfristig weiter entwickeln werden.

Bereits 1951, drei Jahre nach der Währungsreform und dem sich abzeichnenden deutschen Wirtschaftswunder hat die deutsche Druckmaschinenindustrie die DRUPA - Internationale Messe Druck und Papier gegründet. Die Multifunktion der DRUPA war und ist, einerseits den Standort der Technik zu demonstrieren und andererseits aus der Wettbewerbssituation heraus den Unternehmen und den Ingenieuren Impulse für die Zukunft zu vermitteln. Internationalen Messen, und insbesondere die DRUPA, sind die wichtigsten Marktplätze zum Blick in die technische Zukunft.

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts war geprägt durch umwälzende technische Entwicklungen in vielen Disziplinen. Neben der Nukleartechnik, der Verkehrstechnik, war es die Kommunikationstechnik, die nach Dr. Rolf Seißer zur „dritten Revolution“ in der Drucktechnik führte. Im Warenverzeichnis des DRUPA Katalogs 1954 sind erstmals Begriffe wie „Graviermaschinen“ und „Lichtsetzmaschinen“ enthalten. Die Weiterentwicklung des Offsetdrucks und die absehbaren Entwicklungen in der Satz- und Druckformherstellung führten zu einem missionarisch geführten Überlebenskampf des Buch- oder Hochdrucks mit dem Offsetdruck. Es wurden insbesondere von der Heidelberger Druckmaschinen AG beträchtliche Mittel in die Entwicklung neuer Druckplattenforschung und in den Druckmaschinenbau investiert, um den Buchdruck gegenüber dem Offsetdruck wettbewerbsfähig zu erhalten.

Mit den 1968 eingeführten Wickelplatten Nyloprint der BASF und Dycril der Firma 3M, St. Paul und den rotativ arbeitenden Bogenhochdruckrotationsmaschinen wie der Heidelberger Rotaspeed, der Rotafolio von Koenig, & Bauer und der ZBR 112 von Albert Frankenthal, versuchte der Buchdruck die noch dominierende Stellung zu verteidigen. Die Entwicklungen des Fotosatzes, die Weiterentwicklung in der Reproduktionstechnik und die erzielten Qualitätsverbesserungen im Offsetprozess durch neue Farben, der Standardisierung der Kopiertechniken und insbesondere durch die Einführung der vorbeschichteten Negativ- und Positivdruckplatten (Kalle, Kodak) schufen für den Offsetdruck gegenüber dem Buchdruck enorme wirtschaftliche und qualitative Vorteile. Der Film-, Foto-, oder Lichtsatz war genauso eine Übergangstechnik zur digitalen Satzherstellung wie die Entwicklung von der analogen zur digitalen Bildverarbeitung. Mit der Einstellung der Produktion der Linotype Bleisetzmaschinen im Jahre 1976 war das Ende des Bleisatzes und damit auch das Ende des Hochdrucks endgültig besiegelt.

Die nahezu revolutionären Entwicklungen von Rudolf Hell und John Crosfield traten in Wettbewerb zu der konventionellen analogen Reproduktionstechnik. Die Kamerahersteller führten einen verzweifelten Überlebenskampf und versuchten mit aller Gewalt, die konventionelle Filmtechniken am Leben zu erhalten. Noch zur Imprinta 1980 wurden gewaltige konventionelle Zwei-Raum-Kameras angeboten und die Kamerahersteller versuchten verzweifelt mit ihren Produkten - wie z. B. der Reproduktionsfliesstrecke Colorjet von Klimsch - eine Alternative zu den Scannerherstellern dem Markt anzubieten. Auch die Imprinta, die Messe der Druckvorstufe, war letztendlich ein Opfer des Strukturwandels und die NOWEA, die Nordwestdeutsche Ausstellungsgesellschaft und der Bundesverband Druck als ideeller Träger dieser Messe, mussten grollend einsehen, dass man keine Messe ohne Exponate und Aussteller durchführen kann.

Prognosen, Prognosen

Neben dem Wettbewerb der klassischen Druckverfahren Hoch-, Flach-, und Tiefdruck, zeichneten sich durch die zunehmende Verbreitung der Fotokopiertechniken in den 70er Jahren und hier insbesondere der Xerographie neue, die Druckindustrie tangierende und eventuell substituierende technische Alternativen auf.

Auf Initiative des damaligen Vorsitzenden des Technischen Beirats der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V., Hermann Thomas, wurde in den siebziger Jahren ein Forschungsprojekt „Innovationsforschung“ initiiert. Das Ziel dieses Projektes war, eine flächendeckende Beleuchtung aller Verfahren zur Herstellung von Hardcopies, die möglicherweise als Substitutionen für die konventionellen hergestellten Druckprodukte in Frage kommen können. Hiermit sollte die Druckmaschinenindustrie neutrale Informationen über zukunftsträchtige Entwicklungen erhalten, um zu verhindern, dass sie das Schicksal der Schwarzwälder Uhrenindustrie erleidet, die noch mechanische Uhren baute, obwohl durch von Quarzschwingern gesteuerte Gebrauchsuhren um 1975, und später der „absolut“ genauen, über Funksignale gesteuerten Uhren ab etwa 1995, mechanische Uhren abgelöst hatten.

Aus der Furcht, durch andere Techniken und Verfahren überholt und verdrängt zu werden, wurden von der Zuliefer-, Druck- und der Druckmaschinenindustrie mit erheblichem Aufwand finanzieller Mittel eine Menge von Prognosen, Marktstudien und Forecasts in Auftrag gegeben, die alle zum Ziel hatten, wissenschaftlich fundierte Informationen zu liefern, um gegenüber den neuen Techniken wettbewerbsfähig zu bleiben und der Druckindustrie verläßliche Informationen zu Investitionsentscheidungen zu liefern.

Bei der rückblickenden Betrachtung der technischen Entwicklung kann man feststellen, dass eine Reihe notwendiger Fehlentwicklungen unausweichlich waren und einige Unternehmen, trotz großer Anstrengungen, gegen den Strom zu schwimmen, dem technischen Strukturwandel zum Opfer fielen.

Organisationen und Forschungsinstitute wie die GATF, Esselte, IFRA, bvdm, FOGRA, PIRA, VTT, RIT und Tagungen der Comprint, TAGA und des VDD etc. befassten sich intensiv mit der Zukunft und letztendlich mit der Substitution des konventionellen Drucks und des Papiers. In zahlreichen Studien, forecasts und Publikationen wurde die Zukunft beschrieben. Allerdings sind bei keiner dieser Prognosen für die „graphische Industrie“, beginnend mit der MGD Studie bis hin zu Print 2000, fundierte wissenschaftliche Methoden zur Vorhersage von technischen Entwicklungen erkennbar. Viele Vorhersagen basierten eher nach dem Prinzip des Glaubens und Hoffens als auf begründeten wissenschaftlichen Daten.

Die Prognosen befassten sich zunächst primär mit verfahrenstechnischen Aspekten der Entwicklung wie z.B. der Anteile der einzelnen Druckverfahren und nur sekundär mit der Marktakzeptanz bzw. dem Verbraucherverhalten und dem Wettbewerb der Medien untereinander.

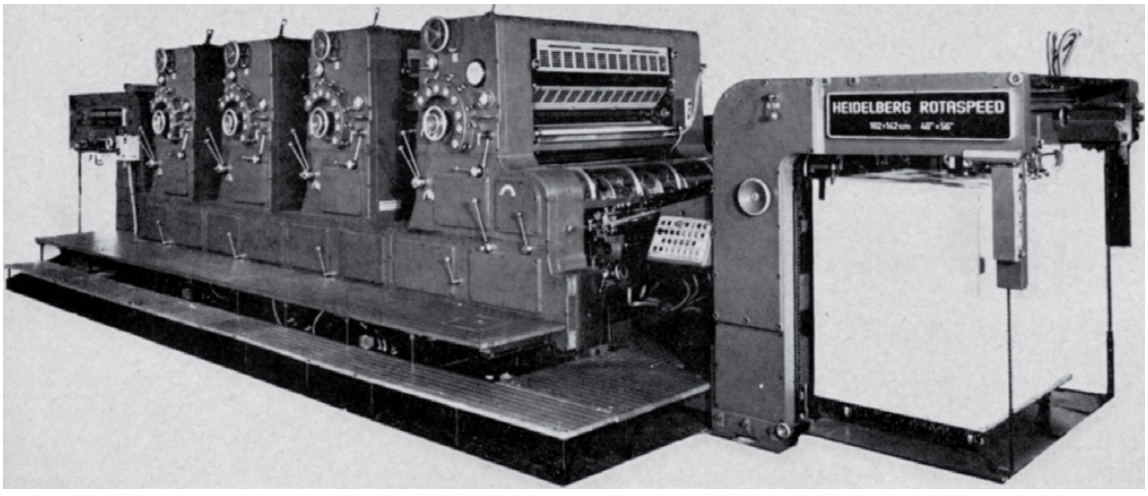
drupa 1962 - Der Buchdruck kämpft ums überleben

Als zur drupa 1962 die ersten Buchdruck-Bogenrotationsdruckmaschinen Koebau Rotafolio und Rotaspeed der Heidelberger Druckmaschinen AG vorgestellt wurden, waren die Buchdrucker davon überzeugt, dass mit diesen Maschinen die richtige Antwort im Wettbewerb mit dem Offsetdruck gefunden wurde. Dennoch war es ein Aufbäumen des gutenberg´schen Verfahrens, das sich auch nicht mittels einer speziell von Heidelberg initiierten hausinternen Klischeeforschungsanstalt die Marktpositon erhalten konnte. Der Offset war einfach schneller und überbot den Buchdruck auch qualitativ.

Gleichzeitig präsentierte Heidelberg der erstaunten Fachwelt die KOR, eine Einfarben Offsetdruckmaschine auf dem Konzept der kleinen OHZ (Original Heidelberger Zylinder)

In den Heidelberger Nachrichten Jahrgang 1966/ Heft 03 wurde mit der Überschrift „Friedliche Koexistenz der Druckverfahren“ festgestellt:

„Heidelberg landete mit seinen Offsetmaschinen der KOR-Linie und den neuen Maschinen für Offset und Letterset einen internationalen Erfolg.“



Zur drupa 1972 präsentierte Heidelberg eine 4-Farben Rotaspeed im Format 102 x 142 cm. Diese Maschine wurde jedoch nie vertrieben.

Viele Drucker fragen sich, ob Heidelberg jetzt und in absehbarer Zeit den Schwerpunkt seiner Produktion nun auf den Offset legen wird. Die Frage wurde von Heidelberger Druckmaschinen mit einem eindeutigen „Nein“ beantwortet. Zitat: „Heidelberg schafft und baut, was der Buchdrucker braucht. Und dazu gehört für bestimmte Aufträge der Offsetdruck. Die Druckerei der Zukunft wird in vielen Fällen eine Simultan-Druckerei sein, in der der Buchdruck und Offset friedlich nebeneinander die gesunde Bilanz des graphischen Betriebes schaffen.“

1967 drupa und die die MGD/Battelle Studie

Das Battelle Memorial Institute - Columbus Laboratories führte im Auftrag der Miehle-Goss-Dexter, MGD Graphic Systems North America, die Studie „A Forecast of long term Business and Technological Trends in Graphic Arts“, durch, die wegweisend für die Einschätzung der technischen Entwicklung für die Graphic Arts Industry für die nächsten Jahre war. Ziel dieser Studie war, die Auswirkungen der allgemeinen wirtschaftlichen, sozialen und politischen Veränderungen, sowie des Verbraucherverhaltens und der technischen Entwicklung im langfristigen Business Plan von MGD zu berücksichtigen. Die 138 Seiten umfassende Studie kommt bereits zu der „Gründerzeit“ der sich digital orientierenden Welt zu Aussagen zur technischen Entwicklung, die rückblickend betrachtet, auch zu einem hohen Grad realistische Vorhersage waren. Grundsätzlich fällt beim heutigen Analysieren dieser Studie auf, dass die Untersuchung ausschließlich auf den amerikanischen Markt für Hardware im weitesten Sinne fokussiert war und die globale Expansion und Vernetzung der Kommunikationstechniken sowie die gesellschaftlich/philosophischen Faktoren nur marginal einbezogen wurden.

Die generelle Aussage der MGD Studie war die Erkenntnis, dass das Wachstum der Kommunikationstechniken einen entscheidenden Einfluss auf die Industrie und die Menschen haben und neue Medien die existierenden Medien ergänzen werden. Diese Aussage war rückblickend nicht gerade verwegen. Neu war die Unsicherheit, wie die sich abzeichnenden neuen Techniken zur Erstellung von Hardcopies einerseits und der Non-Print-Medien (TV, Bildschirm- und Videotext) andererseits, die Graphic Arts Industry affektiert. In Bezug auf die Druckindustrie kommt die Battelle Studie 1967 zu der bemerkenswerten Schlussaussage:

„New nonprint media may actually stimulate the demand for information that can be best be supplied by print. While the new media will challenge the old in some areas, the development of the new media will also result in an increase in print volume.“

Diese generelle Aussage wiederum hat sich, wenn man den heutigen Markt für Druckprodukte betrachtet, in vielen Segmenten bestätigt. Auf die Battelle Studie erfolgten viele Studien, Untersuchungen, Fachberichte und Kongressaussagen zur Zukunft der Print Medien.

Man kann feststellen, dass viele Prognosen, Visionen und Vorhersagen richtig waren, aber dass auch in vielen Bereichen die Zukunft falsch eingeschätzt wurde. Eine einheitliche Betrachtung war aus der Struktur der Druckindustrie heraus nicht möglich. Die Druckmaschinenindustrie betrachtete naturgemäß die Entwicklung aus einem anderen Aspekt als die Druckindustrie oder die Zulieferindustrie.

Der Markt für Formulare (busines forms) wurde durch die neuen Techniken besonders kritisch betrachtet. Einerseits wurde festgestellt, dass viele Formulare durch nonpaper und die Datentechnik ersetzt werden, andererseits unterstellte Battelle dem Formularmarkt die höchste Steigerungsrate. Der US Markt wuchs von 1970 mit rund 2 Milliarden $ auf 3,4 Milliarden $ im Jahre 1990. Noch 1982 äußerte sich die Geschäftsführung der Maschinenfabrik Goebel GmbH, Darmstadt, ein weltweit führender Hersteller von Formulardruckmaschinen, in dem von Roman Antonoff herausgegebenen Kursbuch der Werbemedien sehr optimistisch zur weiteren Entwicklung des Formulardruckmarktes.

Der Formulardruck wurde noch von Battelle als besonders „competitive“ eingestuft, allerdings mit einem langfristig sinkenden Potential. Noch im Jahre 1986 nannte Battelle in den USA neun größere (major) und zwölf kleinere Formulardruckmaschinenhersteller, die im Jahre 2000 Druckmaschinen produzieren, denen auch ein „promising foreign market“ prognostiziert wurde.

Festgestellt werden muss, dass die Einschätzung der Entwicklung des klassischen Formulardrucks total dem Strukturwandel und den EAN-, Daten-, und Kopiertechniken zum Opfer gefallen ist und selbst das Warenverzeichnis der Drupa 2008 den Begriff „Formular-Druckmaschinen“ nicht mehr beinhaltet.

Zum Zeitpunkt der MGD/Battelle Studie war der Hochdruck das führende Druckverfahren. Battelle sah richtig, dass der Offsetdruck steigende Potentiale aufweist und bis zum Jahre 1973 mit dem Hochdruck „even“ sein wird. Dem Hochdruck wurde langfristig der Tod vorausgesagt. Bezüglich des Tiefdrucks wurde auf die kostenintensive und aufwendige Druckformherstellung verwiesen.

Eine besondere Bedeutung der kontaktlosen Druckverfahren wurde in der Studie nicht gesehen. Die Vision von einer electrostatic Belt-Press zur Buchherstellung hat sich allerdings genau sowenig erfüllt wie die Substitution weiterer Drucksegmente durch den elektrostatischen Druck und dem „Farbspritzverfahren“. Zu der rosig prognostizierten Zukunft des „Farbspritzverfahren“, dem heutigen Ink-Jet, stellt 1972 Boris Fuchs fest:

„Die Battelle-Futurologen standen wohl ganz im Banne der Analogie zur Fernsehbildröhre, ohne in Rechnung zu stellen, dass es beim einen mit einem praktisch masselosen Elektronenstrahl, beim anderen aber mit einem massebehafteten Farblackstrahl zu tun haben. Sie wurden zwar gewahr, dass man in einer Druckmaschine sehr viele Düsen anbringen müsste, um auf gleiche Leistungswerte zu kommen, sie rechneten mit 25.000, sie sahen allerdings nur ein Problem in den dazugehörigen 25.000 Verstärkern und Fotozellen, nicht aber in der Störungsanfälligkeit der feinen Düsen.“

Weiter resümiert Fuchs: „Nach all diesen negativen Erfahrungen glauben wir, in den technologischen Voraussagen nur sehr begrenzt ein Orientierungsmittel für den technischen Fortschritt sehen zu können. Von Nutzen ist jedoch der damit verbundene Zwang zur Kritik, der im Sinne von Zwicky’s dritter morphologischer Methode der Negation und Konstruktion die Entwicklung zu Besserem stimuliert.“

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass sich viele der Aussagen der Studie des Battelle-Instituts aus dem Jahre 1968 realisiert haben. Die Prognosen zu den für die klassischen Druckverfahren alternativen bzw. substituierenden neuen impactless oder elektrostatischen Druckverfahren waren so vage gehalten, dass man lediglich von einer Bestandsaufnahme der technischen Möglichkeiten sprechen kann, die eine Bewertung über die qualitative und quantitative Markbedeutung sehr schwer zuließ.

In ihrer Diplomarbeit zum Thema „Untersuchung des Erfüllungsgrades von Prognosen für die technische Entwicklung des Druckens 1965 - 1980 an der FH Stuttgart haben Gerd Finkbeiner und Wolfgang Liebert auch die MGD Studie beurteilt. Nach einer qualitativen sowie quantitativen Bewertung, ausgehend von einem sehr guten Erfüllungsgrad (+3) bis hin zu „keiner Erfüllung“(-3), erhielt die Studie immerhin eine Bewertung von +0,73 bezüglich der Qualität und +1,4 der Quantität. Am schlechtesten wird Mike Bruno, Herausgeber der Yellow Sheets „Whats news in Graphic Arts“ mit -2,00 bezüglich der Qualität und mit -3,0 der Quantität bewertet.

Neben den Studien und Kongressen waren es insbesondere Fachmessen, die einen realistischen Blick in die kurz- bis mittelfristige Zukunft ermöglichten.Insbesondere die DRUPA-Termine waren für die Hersteller von Materialien, Geräten und Maschinen für den Druckprozess eine Herausforderung für neue und/oder weiter entwickelte Produkte.

Die Investitionsgüterindustrie nutzte Messen auch dazu, um die Marktakzeptanz für neue Produkte zu testen. Dies lässt wiederum darauf schließen, dass es für die Industrie nur schwer möglich war, den Marktbedarf auf Grund von internen Berechnungen bzw. Prognosen vorherzusagen.

1972 drupa - Information und Fortschritt im Olympiajahr

Klimsch & Co., der Weltmarktführer für Geräte und Maschinen der Druckformherstellung und Reproduktionskameratechnik, stellt die Rollfilmkamera Expressa S mit einem zentralen Leitstand vor. Insgesamt wurden neben monumentalen Brükkenkameras zur drupa 19 verschiedene Vertikalkameras angeboten. Die Rudolf Hell GmbH präsentiert neben der Filmsetzmaschine Digiset 40 mit Magnetbandeingabe bzw. TTS-Lochstreifen den Chromograph DC 300, bereits einen digital arbeitenden elektronischen Tageslichtscanner. Roland stellt die neue Parva Zwei-Farben-Bogenoffsetmaschinen im fünf-Zylindersystem vor und die Heidelberger Druckmaschinen präsentierte erstmals noch in der Düsseldorfer Europahalle die Prototypen der Rotaspeed Zwei- bis Sechsfarben Bogenoffsetmaschinen bis zum Format 102 x 142 cm. Koebau bringt die „Compacta“ Rollenoffsetmaschine auf den Markt. Die Bildplatte wird als das Speichermedium der Zukunft angekündigt.

Die unaufhaltsame Umstellung vom Blei- zum Foto- oder Lichtsatz (auch CRT-Satz - cathod ray tube) zeichnet sich durch ein weites Angebot der Firmen Dr.-Ing. Rudolf Hell, Berthold, Linotype, Photon, Harris Intertype und ATF u.v.m. ab.

Mit der von 3M vorgestellten Driografie Druckplatte wurde der „wasserlose Offset“ Realität.

F. Burda jun. stellte fest:„Die Tiefdruckwickelplatte wird in den nächsten fünf Jahren große Zeiteinsparungen bringen“ Die BASF und Albert Frankenthal arbeiteten intensiv an der Entwicklung einer Kunststoffwickelplatte für den Tiefdruck, die allerdings trotz einem enormen Forschungs- und Entwicklungsaufwand nie wirklich Praxisreife erreichen sollte.

Die Firma Klimsch musste 1973 die Direktrasterung mittels Kontaktrastern anbieten und entzog damit sich selbst einen wichtigen Geschäftsbereich, nämlich die lukrative Herstellung von Glasgravurrastern.

Die Linotype GmbH verkündet im März und April 1972 kurz vor der drupa einen Auftragseingang von etwa 5 Mio DM. Die Linotype GmbH bewertet diesen Auftragsbestand als Bestätigung dafür, daß die Bleisatzherstellung seine Bedeutung behalten wird.

1974 Harris Studie

Mit großem öffentlichem Interesse in der Fachwelt wurde im Jahre 1974 die Harris Studie publiziert. Kern dieser Studie waren nicht quantifizierte allgemein gehaltene Aussagen zu Entwicklungen der Drucktechniken, wobei die elektronischen neuen Medien eher nebensächlich behandelt wurden. Obwohl nach dieser Studie dem Bogenoffsetdruck bis zum Jahr 2000 große Chancen eingeräumt wurden, hat unmittelbar nach der Veröffentlichung der Studie die Firma Harris die Produktion von Bogenoffsetmaschinen eingestellt. Hierdurch war ein Wettbewerber von Bogenoffsetdruck weniger auf dem Markt, was wiederum die Marktbedeutung der deutschen Druckmaschinenanbieter festigte. Die Einschätzung des Marktes durch das damalige Vorstandsmitglied der Roland Offsetmaschinenfabrik Faber & Schleicher, Dr.-Ing. Harry M. Greiner, war rückblickend realistisch und fundiert und kam zu dem Schluss, dass der Offsetdruck generell und der Bogenoffset im Besonderen auf Grund seiner Flexibilität dominierend sein wird. Mit weiter zunehmender Automatisierung und Verkürzung der Rüstzeiten sowie mit Maschinengeschwindigkeiten im Bogenoffsetdruck von 10.000 Bogen pro Stunde wird der Offsetdruck auf unabsehbare Zeiten die dominierende Technik zur Erstellung von Druckprodukten sein.

1977 drupa – die Happy Drupa

Ende 1976 wird bekanntgegeben, dass die Produktion der Linotype Bleisetzmaschinen eingestellt wird. Der Bleisatz ist endgültig tot. Das Warenangebot der drupa weist 49 Typen von Film- und Fotosetzmaschinen zu Preisen von 18.950.- DM (Fotocomposer) bis 650.000.- DM (Digiset/Hell) auf. Der Überlebenskampf des Bleisatzes hat gerade einmal rund fünf Jahre gedauert.

Klimsch & Co. stellt den Rollfilmautomaten Autovertikal T Modell vor. Der Operator wird aus der Dunkelkammer geholt. Dilitho und Achtertürme sind das Thema im Zeitungsdruck. Bogendruckmaschinen erreichen Geschwindigkeiten von 10.000 Bogen/h. Der Trend geht zur Farbe. Für die Tiefdruckzylinderherstellung im Ätzverfahren wird noch verbessertes Pigmentpapier sowie Neuentwicklungen in der Ätz- und Galvanotechnik angeboten und gleichzeitig darüber diskutiert, ob die Tiefdruck-Graviertechnik mit dem Helioklischographen oder die Elektronenstrahlgravur die bessere Zukunft hat, wobei die von der Mechanik unabhängige Elektronenstrahlgravur doch eher favorisiert wurde.

Chromacom ist der Name für das elektronische Farbreproduktions- und Seitenmontagesystem von HELL. Es besteht aus dem bewährten Farbscanner «Chromagraph DC 300» und dem neuen elektronischen Seitenmontage- und Farbkorrekturplatz «Combiskop».

Das war das hochmoderneste aktuelle Speichermedium. Ein Speicherstapel hatte die sagenhafte Kapazität von 10 MB.

1977 brachte die israelische Firma Scitex eines der ersten CEPSs (Color Electronic Prepress System) namens Response 300 auf den Markt. Weitere namhafte Hersteller folgten, wie z. B. Crosfield Electronics mit dem Magnascan (1978) und die Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH mit dem ChromaCom System (1979).

Die Heidelberger Druckmaschinen stellen neben den klassischen Buchdruckmaschinen, dem Heidelberger Zylinder, inzwischen im Format 57 x 82 cm, und dem Heidelberger Tiegel 26 x 38 cm auch ein komplettes Angebot von Bogenoffsetmaschinen von der GTO über die K-Offset (KOR und KORD) Format bis 52 x 72 cm, der S-Offset (SORK, SOR, SORS, SORKZ, SORZ,SORSZ) und die SPEEDMASTER vor. Der Weg des Offstdrucks ist vorgezeichnet.

1977 wurde auch der erste industriell hergestellte PC, der Apple II für Anwendungen wie z.B. Textverarbeitung, Spiele und Steuerungstechnik vorgestellt. Nach dem Verkaufserfolg des Apple II begann auch IBM, der damalige Marktführer für Datenverarbeitungsanlagen, mit der Entwicklung eigener Personal Computer und präsentierte 1981 den ersten IBM-PC basierend auf dem Betriebssystem von Microsoft DOS und dieser PC hatte eine Speichekapazität bis zu 256 KB.

1980 machten die ersten CCD-Flachbettscanner bei der Zeitung auf sich aufmerksam und PC-Hersteller verbuchten immer mehr Erfolge mit Standard Software. 1984 gestartet, deckten Apple und Microsoft 1995 schon 90% des Marktes der Betriebssysteme ab.

1981 Prof. Steinbuchs Prognose

Anlässlich eines Vortrages zur Mitgliederversammlung der FOGRA im Jahre 1981 stellte Prof. Dr.-Ing. Karl Steinbuch (langjähriger Institutsdirektor an der Universität Karlsruhe) zum Thema „Über die Zukunft der Druckmedien“ fest: „Es gibt unter Fachleuten in aller Welt hierüber keine Meinungsverschiedenheit, dass die hoch entwickelten Industriegesellschaften in Zukunft viel mehr als in der Vergangenheit durch die Informationstechnik bestimmt sein werden.“

Nach einer ausführlichen analytischen Betrachtung aller zu diesem Zeitpunkt bekannten Techniken und sich abzeichnenden Entwicklungen und der menschlichen physiologischen Wahrnehmungskapazität kommt Steinbuch 1981 zusammenfassend zu dem Schluss:

„Der Informationskonsum der Industriegesellschaft wird in übersehbarer Zeit weiter zunehmen. Ein allgemeines Ende des „Gutenberg-Zeitalters“ ist nicht zu erwarten - die physischen und psychischen Eigenschaften des Informationskonsumenten Mensch sprechen bei komplexer und abstrakter Information für die Druckmedien.

Angesichts der besonderen Anpassung der Druckmedien an das menschliche Wahrnehmungssystem meine ich: Wenn es die elektronischen Medien schon gäbe, nicht aber die Druckmedien, dann müsste man diese schnell erfinden.“

In der Grundtendenz hatte Steinbuch recht und ziemlich zutreffend die Bedeutung der Druckmedien beschrieben. Bemerkenswert an den Ausführungen von Steinbuch war allerdings auch, dass im

Jahre 1981 noch kein Wort auf die wirklich neuen Medien wie z. B. auf die World Wide Web basierenden Medien in Betracht gezogen worden ist.

1982 NtK Druck - Neue technische Kommunikation in der Druckindustrie

Im Jahre 1982 publizierte das Heinrich-Hertz-Institut Berlin eine Studie, die im Auftrag des Bundesverbandes Druck e.V., erstellt und vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert worden ist. Diese Studie befasste sich insbesondere mit dem verfahrenstechnischen Ist-Zustand der Druckvorstufe, den möglichen Auswirkungen auf die Betriebsstrukturen sowie der anthropotechnischen Veränderungen für die Beschäftigen. Als einzige technische Aussagen zur Entwicklung der Drucktechnik werden, übereinstimmend mit allen weiteren Studien, dem Offsetdruck die dominierende Stellung eingeräumt und dem Hochdruck nur noch Sonderanwendungen mit dem Flexodruck eingeräumt.

Diese 294 Seiten umfassende Fleißarbeit berücksichtigte ebenso noch mit keinem Wort die neuen Techniken wie das World Wide Web, das Internet, Telefax, Datentransfer oder Satelittenkommunikation.

Im selben Jahr gab der Darmstädter Augur Roman Antonoff ein Kursbuch der Werbemedien heraus, das zum Ziel hatte, die technischen Erwartungen des gesamten Werbemarktes zu beschreiben. Breiten Raum nahmen in diesem Kursbuch die sich abzeichnenden Techniken wie Bildschirmtext, Bildtelefon, Videotechnik, Bildplatte, interaktives Fernsehen und Hörfunk und deren praktizierte Anwendungen ein. Festgestellt werden kann rückblickend, dass alle diese Techniken dem Bereich der notwendigen Fehlentwicklungen zuzuordnen sind und dass zum damaligen Zeitpunkt nicht vorhersehbar war, wie sich die Speicher- und Ausgabemedien entwickeln werden. Nur einige Aussagen aus damaliger Zeit:

Roland Koch kommt zu der Aussage“ Schon ist die elektronische Information dabei, zur Regelinformation zu werden und die Printinformation zur Ausnahmesituation“.

G. A. Wolf der Siemens AG, Österreich, sah die Zukunft folgendermaßen: „Versetzen wir uns in den Haushalt des Jahres 1991. Der Familientreffpunkt „INFUTUR“ enthält neben der Bibliothek und einer die Raumgestaltung einbezogenen bequemen Sitzordnung eine Kombination von Fernsehbildplatten, auf denen holgrafische, dreidimensionale Farbfilme ablaufen. Das Bildtelefon ist zu einem Gebrauchsgegenstand geworden, das von jedem Hauptraum aus im Selbstwählverkehr die Verbindung mit Freunden in der ganzen Welt herstellt.“

Naja, soweit war Koch nicht von der Wirklichkeit entfernt wenn man heute die DVD und CD als Bildplatte und Internettelefon mit integrierter Cam und Scype als Bildtelefon betrachtet.

1982 drupa

Als die beste Ausschöpfung möglicher Kameratechnik wurde von Klimsch & Co. die erste Farbfliesstrecke „Colorjet“ dem Markt angeboten, die es ermöglichte, bis zu 40 Farbsätze in acht Stunden herzustellen. Es war eine der letzten Reaktionen der konventionellen Reproduktionstechnik zur elektronischen Sannertechnik. Die Hell AG wirbt für den ersten digitalen Scanner, den HELL-ChromaCom.

Auf der Suche nach einem optimalen Farbtrocknungssystem präsentierte die Firma IST zur Drupa 1982 eine erste praktikablen UV-Technologien für den Offsetdruck.

1984 Imprinta und Drupa

Zur Imprinta 1984 - es war übrigens die letzte Imprinta, da dieser Messe durch die technische Entwicklung die Aussteller abhanden kamen - veröffentlichte der Deutsche Drucker einen Kommentar von Pincus Jaspert, der zu dem Schluss kam, „dass nur 2% des damaligen Gesamtvolumens der Druckindustrie in den industrialisierten Ländern der Welt durch neue Medien ersetzt werden“. Beispiel war die Tatsache, dass die Entwicklung des Bildschirmtextes (Btx), in allen Ländern, in denen diese Technik eingeführt worden ist, enttäuschend verlief. Millionen Dollar wurden von Verlegern und Großdruckereien ausgegeben, um informationsgerecht neue Mediensysteme zu entwickeln, um ja nicht den Anschluss zu verpassen. Pincus Jaspert hatte Recht. Die Angst vor der Zukunft, der Glaube an wortgewaltige falsche Propheten und die Ergebnisse teurer Zukunftsstudien verursachten mehr Schaden als Nutzen.

In Deutschland befasste sich auch Siemens mit dieser Entwicklung und warb noch zur Imprinta 1984 „Das neue Siemens-Modul-Laserdruck-System wird in absehbarer Zukunft neue Maßstäbe setzen. Bedienungsanleitungen, Datenblätter, Printlisten,

Ersatzteillisten oder Taschenbücher sind nur einige Beispiele. Erstmals ist es nunmehr möglich, mit einer Geschwindigkeit von mehr als 100 Seiten pro Minute Vorder- und Rückseite bzw. zweifarbig elektronisch und druckformlos zu bedrucken.“ Auch hierin sah der Deutsche Drucker noch 1984 eine Bedrängnis für die Druckereien und warnte vor diesen Techniken. Heute ist festzustellen, dass sich auch die Fachpresse dazu hergab, die damalige grafische Industrie in Angst und Schrecken zu versetzen und nicht in der Lage war, die technische Entwicklung einzuschätzen. Rückblickend kann auch festgestellt werden, dass sich der Siemens-Laserdrucker für die prognostizierte Anwendung in der Druckindustrie genau so wenig behaupten konnte, wie die 1993 vorgestellte, erste laserbasierte digital Vierfarb-Druckmaschine. Der Deutsche Drucker orakelte:

Verurteilt »Electronic technical publishing« breite Bereiche der Druckindustrie zum Tode?

Die Wucht dieser Entwicklung trifft vor allem die Akzidenzdruckereien.

Mit dieser knalligen Schlagzeile verunsicherte der Deutsche Drucker in der Ausgabe vom 19-1-1984 die Fachöffentlichkeit und bezog sich dabei auf Veröffentlichungen der Zeitschrift „Venture“ und einer Studie der Inter/Consult Inc. und Design and System Research Inc, Cambridge/MA. Die Studie wurde im Auftrag der Printing Industry of America (PIA) zum Zweck der Vermarktung erstellt und konnte von jedem für 10.000 US$ bezogen werden. Die Schlussfolgerungen waren in der Prognose, dass neue direkt mit Computern online arbeitende Laserdrucker breite Bereiche des Akzidenzdrucks übernehmen werden. An der Spitze der Entwicklung wurde auf Firmen wie Camex, Imagitex, Impres, Intran, qubix, Texet und Xyvision verwiesen, die längerfristig betrachtet alle nicht ihren vorgestellten business plan erfüllen konnten.

In der Fachpresse wurde erstmals der elektronische Briefkasten oder das „Data-Mail“ erwähnt. Diese Technik stellte eine weltweite Telekommunikation mittels Computer in Aussicht, die Briefpost und das Telex überflüssig machen soll.

drupa 1986, die Tschernobil drupa

Der langjährige Marketingschef der Firma Klimsch & Co., Karl M. Eingärtner, spricht von Delirium digitalis. Noch bäumt sich die konventionelle Kameraindustrie einerseits mit neuen Kompaktkameras und Color Vergrösserungsgeräten mit Direktrasterung gegen die digitale Technik, doch andererseits bietet auch Klimsch & Co. den ersten Flachbettscanner Versatron 7500 an. Demgegenüber werden Flachbett-Farbscanner mit CCD (Charge Couple Device) und lichtemittierenden Dioden präsentiert. Die Hell GmbH verkündet: „Es gibt Fachleute, die haben auf CtP gesetzt. Sie wären froh, wenn sie dies nie getan hätten, weil sie eingesehen haben, dass diese Verfahren nicht wirtschaftlich für die breite Masse, die Weltmärkte sind. .

Bereits die Angebote im Bereich Satzherstellung signalisieren eine Entwicklung von der inzwischen etablierten „traditionellen“ Fotosatzherstellung zum PC. Die Fotosetzmaschinenepoche dauerte somit gerade ca. fünfzehn Jahre.

Die Heidelberger Druckmaschinen präsentieren die 16-Seiten Heidelberger Web.

Die drupa 1990

Noch zu dieser drupa hatte die Firma Linotype AG Bedenken zu den Entwicklungen der CtP Techniken. Das drupa Warenverzeichnis weist über 100 bild- und textverarbeitende Systeme auf. Die Entwicklung von der Desk-Top-Publishing Technologie (DTP) zur digitalen EBV ist absehbar und K. K. Wolf beantwortet die Frage: „Werden die Fotosetzer die Farbreproduktion an sich ziehen?“ mit einem klaren Nein. Allgemein wird gefrotzelt, dass es mehr Anbieter von CtP-Systemen gibt als Anwender in der Praxis .

Die Linotype AG fusioniert mit der Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH, Kiel, zur Linotype-Hell AG mit Sitz in Eschborn bei Frankfurt/Main. Zu diesem Zeitpunkt beschäftigte der Konzern rund 5.250 MitarbeiterInnen.

Druckverfahren / Digitaldruck

Erste digitale Vierfarb-Druckmaschine vorgestellt

Die Heidelberger Druckmaschinen AG stellt die erste „digitale“ Druckmaschine, die GTO DI vor, die eine Bebilderung der Druckplatte in der Druckmaschine ermöglichte. Der Druck selbst erfolgte nach wie vor analog.

1990 kann die Digitalfotografie im kommerziellen Bildproduktionsbereich als eingeführt betrachtet werden.

1992 der Durchbruch der Frequenzmodulation

DIETER J. MAETZ

Der Durchbruch zum »fotografischen« Bildaufbau im Offsetdruck ist geschafft

Die Schlagzeile eines Beitrages von Maetz im DD postuliert die praktische Umsetzung des frequenzmodulierten Offsetdrucks

1993 IPEX Birmingham

Benny Landa, Gründer, Direktor und Geschäftsführer der Firma Indigo Limited, Tel Aviv, präsentierte der staunenden Fachwelt zur IPEX mit missionarischer Überzeugung die E-Print 1000 „Digital Offset Colour Machine“. Allein der Begriff war schon verwirrend, denn diese Maschine war in der Tat einerseits eine der ersten digitalen Mehrfarbendruckmaschinen, aber anderseits war sie wenig mit dem konventionellen Offsetdruck verwandt, da der Druck mit Flüssigtoner (ElectroInk-Toyo Ink) arbeitete. Benny Landa prognostizierte 1993, dass in weniger als zehn Jahren der Großteil der Akzidenzprodukte im digitalen Druckverfahren hergestellt werden.

Als Alternative stellte das Agfa-Gaevert Tochterunternehmen Xeikon die Chromapress, eine Digitaldruckmaschine im DIN A 3 Format vor, die ebenso wie die Indigo für den personalisierten Mehrfarbendruck im unteren Auflagensegment konzipiert war.

Die drupa 1995 war der Sprung in die digitale Welt

Zur drupa 95 standen erneut die ersten „digitalen“ Druckmaschinen wie die Indigo E-Print 1000, sowie die Xeikon DCP 1 und von Agfa Gaevert die Chromapress im Mittelpunkt. Die Heidelberger Druckmaschinen AG präsentierte neu die seit 1991 auf dem Markt befindliche GTO-DI (GTO steht für Grosser Tiegel Offset), bis hin zur Speedmaster DI 76 als „Digitale Druckmaschine“.

Neue Speichermethoden – wird optisches Papier die bekannte Magnetspeicherung ablösen?

Die drupa 1995 stand ferner im Zeichen der filmlosen, digitalen Produktion mit Weichenstellungen in Richtung Computer to Plate (CtP) Techniken für alle Anwendungen und Druckverfahren. Der Tiefdruck spielte wieder eine Vorreiterrolle, da die filmlose Druckzylinderherstellung dort im Gegensatz zum Offsetdruck geräuschlos realisiert worden ist. Messebesucher frotzelten, dass es mehr Anbieter von CtP-Systemen gebe, als Anwender dieser Systeme. Professionelle Unternehmen lebten von der Unsicherheit und von der Zukunft. Mike Bruno’s, „Whats news in Graphic Arts Industry,“ den Gardner’s Green Sheets der Graphics Communication World, dem Dunn- und Seybold Report, bis hin zur DuPont Studien und einer Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung IfW, sind nur einige Beispiele der Bemühungen, die Zukunft zu deuten. Die Druckmedien wurden zu den Printmedien und damit ein Teil der Multimedia-Industrie. Prof. Hübner antwortete auf die Frage was Multimedia ist, treffend mit „Viel Medien“. Nahezu unisono wurde darüber orakelt, wie einerseits der Kuchen, den es zwischen den elektronischen und konventionellen Medien bezüglich des Volumens zu verteilen gilt wächst, und in welchem Umfang dis geschieht. Dass er wachsen wird, stand außer Frage.

Adobe Acrobat setzt sich durch und findet immer mehr praktische Anwendungen

Der griechisch/amerikanische Informatiker Nicholas Negroponte (*1943) vom MIT publiziert unter dem Namen Being Digital (Total Digital) einen Bestseller. Darin beleuchtet er die jüngere Geschichte der Informationstechnologie und prognostiziert, dass „die interaktive Welt des Entertainments und die Welt der Information letztendlich einem Konvergierungsprozess unterliegt, in dem die Medien Fernsehen, Video, Telefon, Film, Zeitungen, Magazine, Bücher und der sie alle involvierten Computer verschmelzen werden“.

Das WWW mit dem Internet erobert relativ geräuschlos und ohne spektakuläre Ankündigungen als neues und wenig prognostiziertes Medium den Markt. In der drupa 95 Ausgabe des Deutschen Druckers berichtete Thomas Hecht und Michael Has der FOGRA stolz: „Die FOGRA verfügt über einen eignen Internet-Zugang und einen FTP- und einen WWW-Server.“ Wie weiter berichtet wurde, sah man den Nutzen des WWW vor allem darin, sich selbst darzustellen und Publikationen abzulegen. Die Frage war auch, ob CD-Publikationen durch Online-Publikationen verdrängt werden. Hierzu kam man zu dem Schluss, dass CD-ROM und Internet sich ergänzen, wobei zum damaligen Zeitpunkt die Kosten ein entscheidender Faktor waren. Nur zur Erinnerung: „Die Kosten variieren stark. Je nach Nutzung können diese 20 DM/ Monat für einen Einzelanschluss, der nur E-Mail

nutzt, betragen oder bis zu mehreren 100.000 DM/ Jahr, wenn große Firmen sich mit ihrem internen Netz komplett ans Internet anschließen und dies entsprechend genutzt wird. Ein voller Zugang, wie ihn die FOGRA hat, kostet bei einem Kontingent von 20 MByte Daten pro Monat und der Möglichkeit, von jedem Rechner des Hausnetzes ins Internet zu gelangen, zur Zeit 800 DM/Monat“.

Heute ist es nicht mehr vorstellbar, ohne das WWW zu kommunizieren, und niemand zweifelt daran, dass das Net für die Druckindustrie eine Bereicherung ist und eine Vereinfachung von Produktionsabläufen ermöglicht. Keinesfalls hat sich das WWW als das Verdrängungs- oder Substitutionsmedium für die Print Medien entwickelt, wie gelegentlich von Pessimisten befürchtet worden war.

Bereits 1985 wurde der Lehrberuf für Reprofachkräfte aufgegeben. Viele Reproduktionsunternehmen verschwinden vom Markt. Die „Firma Klimsch & Co, K.G.“ musste im drupa Jahr 1995 ihren Betrieb nach 137 Jahren einstellen.

1997 endete die Ära der Linotype-Hell AG durch die Übernahme durch die Heidelberger Druckmaschinen AG. Das Kerngeschäft der Linotype-Hell AG wurde in den Prepress-Bereich der Heidelberger Druckmaschinen AG überführt und das Unternehmen verfolgte damit das Ziel, zum globalen Systemanbieter für die Print Medien Industrie zu werden.

drupa 2000, die Millenium drupa und die Prognos Studie

Die Heidelberger Druckmaschinen AG feiert ihr 150-jähriges Jubiläum. Die volldigitale Schwarz/ Weiss-Druckmaschine „Digimaster 9110 Network Imaging System“ mit einer Leistung von 6600 Drucke/h A4 und 3300 Drucke/h A3 wurde präsentiert. Als weitere Messeneuheit wurde die Farbdigitaldruckmaschine „Nexpress“, die einem Joint Venture mit Kodak, Rochester, entsprang, vorgestellt.

Koenig & Bauer präsentierte die kompakte Cortina, eine wasser-, getriebe- und zonenschraubenlose Zeitungsdruckmaschine.

Die MAN Roland Druckmaschinen AG schwamm auf der DICO-Welle und trat mit neue Produkten auf, wie DICOpage, eine Bogenmaschine, DICOpress, eine Rollenmaschine, die DICOpack eine Mehrfarben Verpackungsdruckmaschine und nicht zuletzt der DICOweb: „das „erste echte Computer-to-Press-Offsetdrucksystem“.

Noch voluminöser als das von MGD beauftragte Battelle Institut, hat sich Prognos Basel im Jahre 1984 mit einer Studie Drucktechnik 2000. Markt und Technologie, Druckszenario 1990 - 2000, befasst. Diese Studie beleuchtete insbesondere den Markt an Druckprodukten und die Entwicklung der Bürokommunikation und kam bezüglich von technischen Aussagen lediglich zu den lapidaren und für niemand überraschenden Ergebnissen im Originalton:.

Offset: Weitere Steigerung der Produktionsanteile primär zu Lasten des Hochdrucks.

Hochdruck: Fortsetzung des rückläufigen Trends der konventionellen Hochdruckverfahren (insbesondere war hier der Zeitungsdruck gemeint, da die Technik des Bogenhochdrucks sich bereits überlebt hatte.)

Flexodruck: Steigende Anwendung der Flexodrucktechnik primär im Verpackungsdruck

Tiefdruck: Im wesentlichen Behauptung der relativen Anwendungsposition, jedoch nur, wenn Fortschritte in der Formherstellung realisiert werden können.

Eine zukunftsorientierte Aussage zu technischen oder marktorientierten Entwicklungen ist dieser Prognos 2000 Studie nicht zu entnehmen. Die diffuse Ansammlung von Quellen ohne Empfehlungen und Projizierungen lässt keine konkreten Rückschlüsse zu und überlässt dem Leser viel Spielraum für eigene Interpretationen. Die Aussagen zur Entwicklung der Druckverfahren und im Speziellen zum Hochdruck waren nicht gerade verwegen, wenn man berücksichtigt, dass die Linotype die Produktion der Bleisetzmaschinen bereits im Jahre 1976 eingestellt und damit das Ende des Bleisatzes und auch des Hochdrucks endgültig besiegelt hatte.

Die Messe Düsseldorf kündigte zur drupa 2000 noch für das Jahr 2002 die IMPRINTA als world’s larges print media Messe for „pre-media and cross-media-publishing“ an. Diese Messe fand

nicht mehr statt. Die Messegesellschaft hatte nicht erkannt und den Experten nicht geglaubt, dass sich dieser Markt verlaufen hat.

2002 UGRA Perspektiven - Gesellschaftliche Aspekte

Der Bericht 121/1 der Ugra befasste sich komprimiert mit den tangierenden weiteren technischen Entwicklungen zu den Drucktechniken, wobei die verfahrenstechnischen Entwicklungen vor dem Druck im Mittelpunkt standen. Allerdings wird darüber nachgedacht, ob und wie das inzwischen global genutzte World Wide Web einen signifikanten Einfluss auf die Druckindustrie hat.

Die Verschmelzung der Medien leistete einen wesentlichen Beitrag zur Globalisierung. Die horizontale Kommunikation via Internet ergänzt die vertikale Kommunikation und tritt in Wettbewerb zu den traditionellen Massenmedien. Die UGRA stellt in einer Studie „Prospektive Studie zum technischen Strukturwandel im Print- und Medienbereich“ 2002 fest, „dass sich die Nutzung des Internets bislang unbedeutend auf die klassischen Massenmedien auswirkte. Betroffen ist vor allem das Fernsehen. Im Falle der Printmedien und des Radios handelt es sich dagegen um ein Komplementaritätsverhältnis. Internetnutzer greifen dagegen ca. 10% mehr auf Printmedien zu, als Personen, welche das Internet nicht nutzen“.

Getreu der Erkenntnis, dass bisher kein Medium ein anderes Medium total substituiert hat, ist davon auszugehen, dass das Medienangebot vielfältiger wird und hierdurch die „special interests“ eher befriedigt werden können.

drupa 2004 im Zeichen von jdf

Die Heidelberger Druckmaschinen AG verkauft den Bereich Web Systems mit Werken unter anderem in Dover (USA) und Montataire (Frankreich) an die US-Firma Goss International. Heidelberg erhielt im Gegenzug eine Beteiligung von 15 Prozent an Goss. Das mit Kodak bestehende Joint Venture Nexpress wurde wieder an den amerikanischen Partner übertragen und die Heidelberg Digital Finishing GmbH in Mühlhausen geschlossen.

Die drupa wurde als JDF drupa verkauft, obwohl die Mehrheit der rund 400 000 drupa Besucher zu diesem Thema nichts zu sehen bekamen.

drupa 2008 business as usual

Obwohl die Messe Düsseldorf nochmals laut in das JDF Horn blies, war dieses Thema bereits bei allen Herstellern in die Tat umgesetzt. Auf die Frage an Bernhard Schreier, was von der drupa 2008 im Gedächtnis bleiben wird, antwortete er auf dem roten Sofa der Journalistin Bötel: Es war die „Integration-drupa“. Andere bezeichneten diese drupa als die Web-to-Print-drupa, die Inkjet-drupa (Mike Schelhorn), die digitale-drupa (Stephen Nigro HP). Allein diese Suche nach einem drupa-Motto ist ein Zeichen für die Orientierungslosigkeit dieser Zeit..

Der Digitaldruck gewinnt weiter etwas an Boden, zumindest was das Angebot von Maschinen und Systemen betraf. Dainipon SCREEN bietet die erste DIN A2 full-color Bogenmaschine im Format 52 x 73 cm mit einer Leistung von 1600 Druck/h an, und Hewlett Packard sprach von einer Inkjet Web-Revolution und präsentierte eine Inkjet Rollendruckmaschine mit einer Arbeitsbreite von 762 mm. Dennoch kamen zu der zur drupa 2000 begonnenen Diskussion über die Zukunftsfähigkeit und von Digital- und Offsetdruck keine nennenswerten neuen Argumente hinzu. Die Qualität und Produktivität des Offsetdrucks ergänzt bei vielen Druckprodukten hervorragend die Möglichkeit der Individualisierung des Digitaldrucks. Die unübertroffene Leistungsfähigkeit der Bogenoffsetmaschinen und deren deutlich gewachsene Wirtschaftlichkeit bei Kleinauflagen begrenzt die Verbreitung des Digitaldrucks erheblich.

Der neue Slogan zur drupa 1954 war laut Hausmitteilungen der Schnellpressenfabrik AG, Heidelberg, Heft 2 – Jahrgang 12 „share your knowledge“ und es wurde erklärt: „sprich: schär jur noledsch“ und wollte sagen – Vermittle Dein Wissen auch an Berufskollegen.

Heute, im globalen Zeitalter angelangt, wird auch der globalen Sprachnivellierung Rechnung getragen, wie den drupa Nachrichten 2008 zu entnehmen ist: Wenn der print media buyer, der print provider und der corporate Publisher den spinoff bei der web to print drupa nach einer jdf workflow solution für print-finishing auf den highlight touren, den Compass sessions, im dip-drupa inovation parc oder im drupa cube sucht, kann er den spirit der future media industrie und den globalen Mikrokosmos der Innovationen in der creative multi-media-industrie erleben. Das Graphische Gewerbe dürfte nun hoffentlich endlich der Vergangenheit angehören.

01. Juli 2008

Trotz Drupa: Druckindustrie sieht schwarz

Die deutsche Druckindustrie beurteilt im Drupa-Monat Juni 2008 ihre aktuelle Lage so negativ wie seit Jahren nicht mehr. Sowohl die Nachfrage als auch die Auftragsbestände sind nach einer Umfrage des Bundesverbandes Druck und Medien e.V. (BVDM) drastisch zurückgegangen.

Zusammenfassung

Es zeigte sich, dass es verdammt schwer, wenn nicht sogar unmöglich ist, verlässliche Aussagen zur technischen Entwicklungen zu machen und dass es zwar eine Reihe theoretischer wissenschaftlicher Methoden gibt, die jedoch schwierig in die Praxis umgesetzt werden können. Nach den „Kondratjew-Zyklen“ befinden wir uns seit 1990 im 5. Zyklus, dem „Informations- und Kommunikations-Technik-Kondratjew .

Noch ist umstritten, welche Technologien den 6. Kondratjew-Zyklus dominieren werden. Die Zuverlässigkeit nimmt mit dem Prognosezeitraum ab. Auch in den globaleren Zukunftseinschätzungen, wie der Wiedervereinigung Deutschlands, dem Untergang des Sowjetstaates und der Prognosen zur Klimaforschung sowie die unsere Branche tangierende Informationstechnologie wie dem Internet, Mobiltelefon und den Computertechnologien, kam manches anders, als man erwartete. Noch in den 60er Jahren hat die Geschäftsführung der Firma Rudolf Hell dem frequenzmodulierten Druck keine Chance gegeben, obwohl Hell die Patente von Scheuter/Fischer gekauft hatte. Die Technische Leitung von Hell bezweifelte damals ernsthaft, dass die Computer der Zukunft über ausreichend Speicherkapazitäten verfügen, um die Menge der anfallenden Daten zu verarbeiten zu können.

Trotz aller Versuche, mit mathematisch-wissenschaftlichen Methoden Zukunftsmodelle zu entwickeln, wird es auch in Zukunft nicht möglich sein, alle Imponderabilien und insbesondere das menschliche Verhalten und die gesellschaftlichen Entwicklungen gebührend zu berücksichtigen. Fest steht: Wir müssen auf Ungeahntes gefasst sein und werden noch manche Überraschungen erleben, und genau dieser Sachverhalt macht die Zukunft spannend. Ungeachtet dessen ist es unerlässlich, die wissenschaftlichen Methoden zur Zukunftsforschung weiter zu optimieren und alle Fakten und Daten so zu strukturieren, dass Entscheidungen für die Zukunft getroffen werden können. Denn nur die richtige Einschätzung der zukünftigen gesellschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Entwicklung lässt unternehmerische Entscheidungen zu und ermöglicht, im Wettbewerb zu bestehen gemäß dem Aufruf des Alt-Bundespräsidenten Roman Herzog: „Visionen braucht das Land“.

Der Wandel spiegelt sich auch in der sprachlichen Entwicklung wider. Das „graphische Gewerbe“ der 60er Jahre, entwickelte sich über die „Graphischen Industrie“ in Westdeutschland in den 90er Jahren zur Druckindustrie und in Ostdeutschland zur „Polygrafischen Industrie“. Heute spricht man von der Print Medien Industrie und die drupa hat sich zur Print Media Messe entwickelt. Auch der Bundesverband Druck passte sich der Zeitströmung an und ergänzte seinen Namen in bvdm „Bundesverband Druck und Medien“, wobei dies allerdings auch als Tautologie betrachtet werden kann, denn der Druck ist ein Medium. Mit einem verbalen Trick passte sich die Fachhochschule Druck und Medien Stuttgart der Veränderung der Branche an und nennt sich heute Hochschule der Medien.

Im Geschäftsjahr 2007 hatte die IT-Industrie inzwischen ein Marktvolumen erreicht, das das der Druckmaschinenindustrie weit überschreitet. Allein die Firma Hewlett Packard, eines der führenden IT-Unternehmen, beschäftigt über 150.000 Mitarbeitern in 170 Ländern und weist einen Umsatz von 104 Mrd. US-Dollar im Verkauf digitaler Produkte und Dienstleistungen aus. Ungeachtet dieser Entwicklung, konnten dennoch die klassischen Druckverfahren, insbesondere in Bezug auf Qualität, Produktivität und Wirtschaftlichkeit, ihre Marktstellung festigen und weiter ausbauen.

Die derzeitige Finanzkrise verdeutlicht die generelle Unsicherheit in der Zukunftsdeutung. Kein Forschungsinstitut und auch kein Politiker sah die derzeitige Krise voraus und noch heute streiten sich die Volkswirtschaftler über den richtigen Weg in die Zukunft. Während beispielsweise die Metereologie in der Vergangenheit signifikante Fortschritte bezüglich von Voraussagen gemacht haben, verläuft die Lernkurve der Konjunkturforscher eher flach.

Auf die Frage in einem Spiegel Interwiew an den Publizisten und dreifachen Pulitzer-Preisträger Thomas L. Friedman, ob es in 30 Jahren noch Zei-

tungen gibt, antwortete dieser: Nein, wir werden „Kindles“ haben, also Lesegäte wie bei Büchern, es sei denn irgendjemand finanziert eine Zeitung auf Papier, dann wird sie ein Non-Profit-Betrieb oder eine Stiftung sein wie Ärzte ohne Grenzen“.

Literaturquellen:

Ernst Fischer, Professor am Institut für Buchwissenschaft der Universität Mainz „Ende des Papiers?“ Kritische Überlegungen zur Medienprognostik. In: forum medienethik 1998, Nr. 2: Ende des Papiers – Schriftkultur am Ende? Stuttgart 1998, S. 42-49.Encarta Enzyklopädie

Enzyklopädie Wikipedia

Dr. Rolf Seißer,, Geschichte der Drupa,
Düsseldorfer Messegesellschaft NOWEA,

Deutscher Drucker
18-5-72
19-1-84
01-86
16-95
01-2000
18-2000
ff

Negroponte, N. (1995). Total Digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder die Zukunft der Kommunikation. München 1997. ISBN 3570122018.

75. Gutenberg Jahrbuch 2000, Christoph Reske, Die Geschichte der Satz und Reprotechnik

Finkbeiner und Liebert, Diplomarbeit an der FH Druck, 1981, Untersuchung des Erfüllungsgrades von Prognosen für die technische Entwicklung des Druckens 1965 -1980

Marshall McLuhan: The Gutenberg Galaxy,
London (dt. Ausgabe: Die Gutenberg-Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters, Bonn u.a. 1995);

Marshall McLuhan, The Medium Is the Massage: An Inventory of Effects (1967;

„Perspektiven“ Studie zum technischen Strukturwandel im Print- und Medienbereich, UGRA, St. Gallen, Dezember 2002

Elektronische Medien – quo vadis?, Ted Bates, Marketing Sevices, Vortragsmanuskript, Frankfurt 5/1989

Mass communication Media in the year 2000- technical forecast, zur Iarigai conference 1983,VTT, Espoo, Finnland

Druckwelt 24/1980, Technische Neuheiten 1980

Kritischer Papierbericht, Innitiative 2000 plus NRW 2005

Drupa reort daily 2008

NN Wikipedia

Der Spiegel 2/08 - 4/09

Der Zahnradantrieb in der Druckmaschine
Prof. i. R. Dr.-Ing. Christoph Hars

Geboren am 22.03.1937 in Hamburg, Maschinenschlosserlehre bei der Landmaschinenfabrik Heinrich Lanz AG, Mannheim, heute John Deere, 1958 Facharbeiterprüfung, Studium des Allgemeinen Maschinenbaus an der TU Berlin, 1971 Promotion zum Dr.-Ing., 1972 – 1986 beratender Ingenieur, Technischer Leiter, Geschäftsführer der Maschinenfabrik Fischer & Krecke GmbH & Co. KG, Bielefeld Verpackungsmaschinen, 1986– 2002 Professor an der TH/TU Darmstadt, Leiter des Fachgebiets Druckmaschinen und Druckverfahren, Fachbereich Maschinenbau, Mitglied des Verein Deutscher Druckingenieure.

Im Zeitalter der Direktantriebe hat das Zahnrad noch keineswegs ausgedient, und das sicher aus guten Gründen, auch wenn der Trend zum elektromotorischen Direktantrieb angesichts seiner vielen Vorzüge weiter anhalten wird. Dabei mag einer der Gründe für das Zahnrad auch sein, dass dank der Direktantriebe die heutigen Verzahnungsmaschinen Genauigkeiten in der Zahnradherstellung zulassen, die vor dem Zeitalter der Direktantriebe kaum zu erreichen waren. Auf diese Weise mag der klassische Zahnradantrieb sogar durch den Direktantrieb hinzugewonnen haben.

Die besonderen Vorzüge des Zahnrades sind schnell genannt: Es baut im Verhältnis zu den übertragbaren Drehmomenten außerordentlich kompakt und ist nur über einen mechanischen Schaden aus dem Takt zu bringen. Es ist deshalb aus vielen Bereichen der Technik nach wie vor nicht wegzudenken – auch nicht aus dem Druckmaschinenbau und vor allem nicht aus der Bogendruckmaschine.

In der Rollenrotationsdruckmaschine sind die Aufgaben und Anforderungen komplexer. Verbreitet findet man hier „Hybridantriebe“, eine Mixtur aus elektrischen Einzelantrieben im Verbund mit Zahnradebenen, die jeweils nur wenige Zahnräder umfassen. Egal, ob es sich um reine Getriebe-Antriebe mit nur einem Antriebsmotor im Druckbereich einer Druckmaschine oder um Hybridantriebe handelt, das Zahnrad muss in jedem Fall den hohen Anforderungen an die Passergenauigkeiten im Druck genügen, und diese Anforderung beinhaltet für die Zahnradantriebe in der Druckmaschine, dass sie bei hoher Druckgeschwindigkeit in Umfangsrichtung der Druckzylinder stets eine hochgenaue Positionierung der Druckpunkte auf dem Bedruckstoff gewährleisten müssen – eine Anforderung, die in dieser Form bei Werkzeugmaschinen wohl kaum ansteht! Bei diesen kommt es vielmehr darauf an, bei rotierendem Werkstück einen Durchmesser mit höchster Genauigkeit bzw. kleinstem Toleranzfeld herzustellen bzw. im Falle einer winkelgenauen oder auch punktgenauen Bearbeitung ein während der Bearbeitung ruhendes oder allenfalls langsam bewegtes Werkstück vorher exakt zu positionieren.

Die extremen Winkelgenauigkeiten, die bei der schnellen Auftragsbearbeitung in einer Druckmaschine einzuhalten sind, stellen also eine in anderen Anwendungsgebieten kaum oder nicht gegebene Anforderung dar. In der Druckmaschine gelten also eigene Anforderungen an einen Zahnradantrieb. Deshalb ist im Zusammenhang mit dem Drucken den Eigenarten eines Zahnradantriebs auch mit Fragestellungen nachzugehen, die sich in der übrigen Getriebetechnik nicht stellen.

Das Zahnrad in einer Zahnradkette

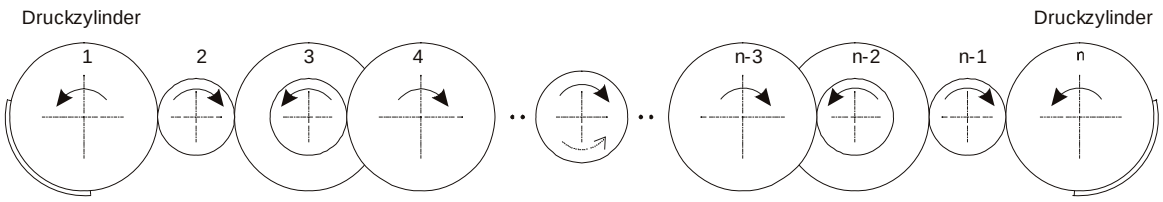


Abb. 1: Zahnradkette mit gedachtem Antrieb von links nach rechts

Ein Getriebe soll Drehmomente übertragen. An den Flanken seiner Zahnräder treten deshalb Kräfte auf, die nach dem Prinzip „actio ist gleich reactio“ von Zahnrad zu Zahnrad weitergereicht werden und im Verbund mit dem jeweiligen Teilkreisradius dem durchgeleiteten Drehmoment standhalten. Es stellt sich die Frage, wie das einzelne Zahnrad eines Getriebes belastet ist? Diese Frage ist vor allem in einer Zahnradkette (Abb. 1) von Interesse, wenn ein Antriebs-Drehmoment von einem Zahnrad einer Eingangswelle über ein oder mehrere Zwischen-Zahnräder auf eine „Verbraucher“-Welle übertragen wird.

Präzise lautet die Frage für ein beliebig herausgegriffenes Zwischenrad, ob die Tangentialkomponenten der äußeren Flankenkräfte bei gegenüberliegenden Eingriffspunkten gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind (Abb. 2). Im klassischen Maschinenbau bestimmt die Antwort auf diese Frage maßgeblich die Lagergröße, für die Druckmaschinen hat sie aber weiterreichende Konsequenzen.

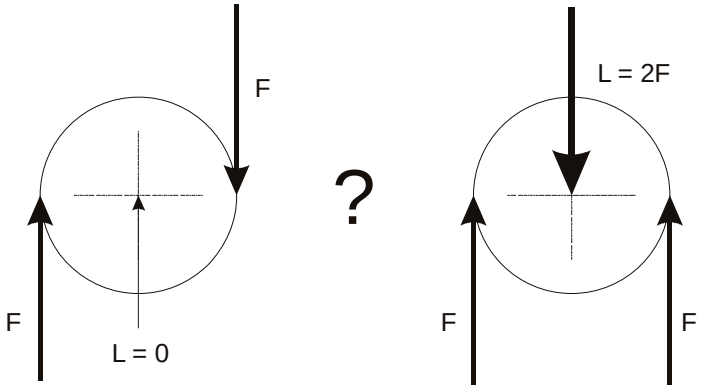


Abb. 2: mögliche Richtungen der positiven Flankenkräfte, was ist richtig?

Die Antwort auf die Frage nach der Richtung der Flankenkräfte an einem Zwischenzahnrad ergibt sich aus dem Drallsatz (Abb. 3). In einer auf den Schwerpunkt bezogenen Form besagt dieser, dass „die Summe aller äußeren Momente bezogen auf den Schwerpunkt gleich ist der zeitlichen Änderung des auf den Schwerpunkt bezogenen Dralles.“ Drall und Moment sind gerichtete Größen, d. h. Vektoren, und der Drallsatz liefert folglich ein Gleichungssystem mit drei Gleichungen, und diese sind abhängig von dem zugrunde gelegten Koordinatesystem. Für die Untersuchungen am Zahnrad bietet es sich an, eine Achse des Koordinatensystems in Richtung der eingeleiteten Drehmomente zu legen, und das Zahnrad so zu gestalten, dass die Drehachse des Zahnrades eine durch den Schwerpunkt gehende Hauptträgheitsachse ist. Mit diesen Voraussetzungen vereinfacht sich der Drallsatz zu einer Gleichung, in die zum einen das auf die gewählte Hauptträgheitsachse bezogene resultierende äußere Moment und zum andern das Produkt aus dem Hauptträgheitsmoment Θ_S (kg m²) und der zeitlichen Ableitung der Winkelgeschwindigkeit ω (sec^{-1}), das ist (sec^{-2}), eingeht.

Bei einem gleichmäßig umlaufenden Zahnradgetriebe sind die Winkelgeschwindigkeiten der einzelnen Zahnräder konstant, und folglich sind ihre zeitlichen Ableitungen gleich null und damit ist auch die Summe der äußeren Momente gleich null:

$$M_{S,res}\,(Nm) = (F_1 * r_1 - F_2 * r_2) = \Theta_S = 0 \qquad (1)$$

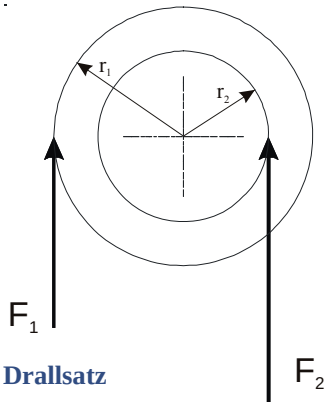
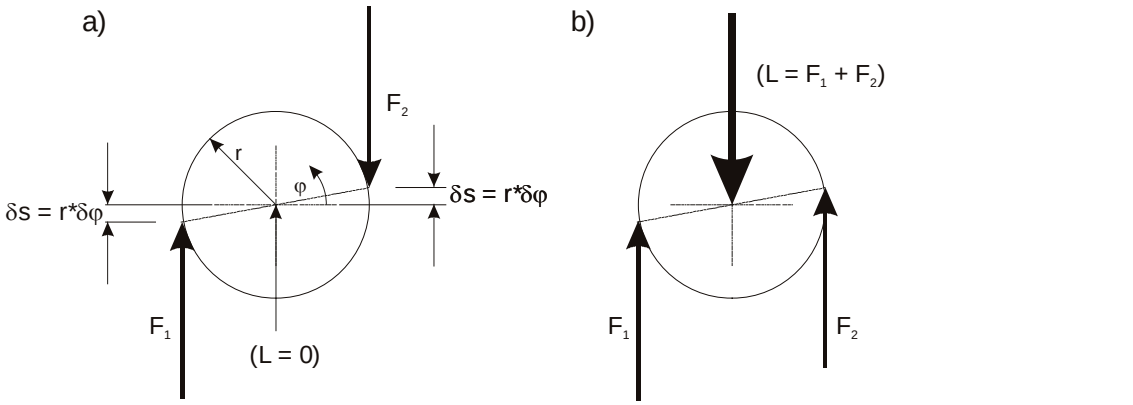


Abb. 3: Die Richtung der Flankenkräfte folgt aus dem Drallsatz

Dieses ist aber nur erfüllt, wenn für jedes Zahnrad die beiden Tangentialkomponenten der Flankenkräfte gegenüberliegender Kraftangriffspunkte gleichgerichtet sind!

Die gleiche Aussage lässt sich auch aus dem Prinzip der virtuellen Arbeit unter Einschluss des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik (Abb. 4) ableiten. Da sich die Zahnräder einer Räderkette nur untergeordnet erwärmen, sich ihre inneren Energien folglich praktisch nicht erhöhen, gilt mit guter Näherung, dass an einem Zahnrad keine (virtuelle) Arbeit verrichtet wird. Da die (virtuelle) Bewegung der beiden gegenüberliegenden Zahnangriffspunkte gegenläufig ist, müssen folglich die beiden wirkenden Kräfte gleichgerichtet sein, damit die äußere Arbeit zu Null wird.

In Abb. 4 zeigt also die Variante b) die tatsächlichen Lastangriffsrichtungen an!

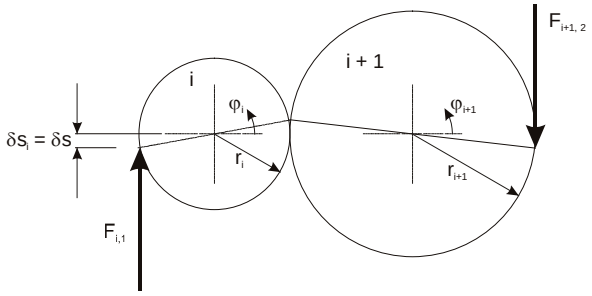


$\delta A = -(F_1 + F_2)*\delta s \neq 0$ für $F_1, F_2 \neq 0$

$\delta A = (F_2 - F_1)*\delta s = 0$ für $F_1 = F_2 = F \neq 0$

Abb. 4: Das Prinzip der virtuellen Arbeit angewendet auf ein Zwischen-Zahnrad bestätigt das Ergebnis, dass die beiden Flankenkräfte in die gleiche Richtung wirken.

Wenn an einem aus einer Zahnradkette frei geschnittenen Zahnrad die beiden äußeren Flankenangriffskräfte gleichgerichtet sind, so bleibt der Frage nachzugehen, wie die Flankenkräfte an den beiden angrenzenden Zahnrädern gerichtet sind? Die Abb. 5 zeigt die Freischneidung von zwei miteinander kämmenden Zahnrädern aus der Räderkette nach Abb. 1. Da auch an dieser Zahnradgruppe keine äußere Arbeit verrichtet wird, die (virtuellen) Verrückungen der beiden äußeren Kraft-Angriffspunkte aber gleichgerichtet sind, so kann die äußere Arbeit nur verschwinden, wenn die Flankenkräfte einander entgegengerichtet sind.



$\delta s_i = r_i*\delta\varphi_i = r_{i+1}*\delta\varphi_{i+1} = \delta s_{i+1} = \delta s$

$\delta A = (F_{i+1,2} - F_{i,1})*\delta s = 0$ ist erfüllt mit $F_{i,1} = F_{i+1,2} = F$

(Die Pfeilrichtungen geben jeweils die positive Zählrichtung vor.)

Abb. 5: Das Prinzip der virtuellen Arbeit angewendet auf ein Zwischen-Zahnradpaar bestätigt, dass die Richtung der Flankenkräfte innerhalb einer geraden Zahnradkette von Zahnrad zu Zahnrad alterniert.

Damit folgt also für eine (einen Antrieb durchleitende) gerade Zahnradkette das wichtige Ergebnis, dass die beiden Flankenkräfte an einem einzelnen Zwischenzahnrad gleichgerichtet sind und die Richtungen der Flankenkräfte von Zahnrad zu Zahnrad alternieren.

Das hat für die Druckmaschine erhebliche Konsequenzen. Jede Lagerung gibt unter Last nach. Folglich führt jede Belastung einer Räderkette aufgrund der alternierenden resultierenden äußeren Kräfte zu alternierenden Versetzungen der Lager- oder Drehmittelpunkte. Unterschiedliche Achsversatze von miteinander kämmenden Zahnrädern haben zugeordnete Verdrehungen der Zahnräder zur Folge, die sich in der Druckmaschine mit Passerfehlern bemerkbar machen können. Das sei im Folgenden dargelegt.

Elastischer Achsversatz und Passerfehler

Um allein die Auswirkungen des elastischen Achsversatzes auf den Druckpasser zu untersuchen, seien die Zahnräder in einer Druckmaschine als starre Körper behandelt, was für die Druckpraxis sicher mit hinreichender Genauigkeit zutrifft. Mit der bekannten EULERschen Formel für die Bewegung eines starren Körpers, die besagt, dass sich die Bewegung eines beliebigen Punktes eines starren Körpers darstellen lässt durch die Translation eines beliebigen zweiten Punktes dieses Körpers und einer Rotation um diesen zweiten Punkt, lässt sich die (kleine) Verschiebung eines Wälzkreis-Zahnradflankenpunktes darstellen durch die Translation - also Verschiebung – beispielsweise des Zahnrad-Drehmittelpunktes - sie sei im folgenden mit δa_i bezeichnet - und eine überlagerte Rotation um diesen Zahnrad-Drehmittelpunkt - wiedergegeben mit dem Ausdruck $r_{i,j}\, d\varphi_i$. Mit der Doppelindizierung für den Radius lässt sich eine Übersetzungsstufe mit zwei Zahnrädern unterschiedlichen Wälzkreisdurchmessers auf einer Welle berücksichtigen. Die Abb. 6 zeigt die gewählten Vorzeichen.

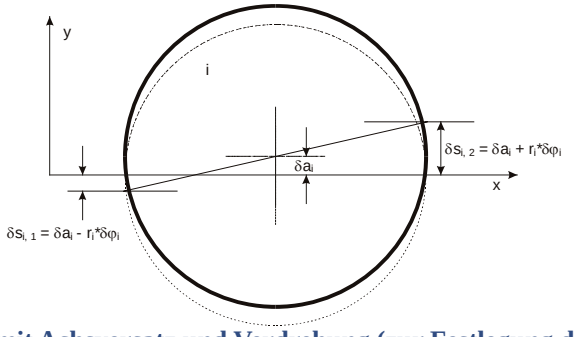


Abb. 6: Zahnrad mit Achsversatz und Verdrehung (zur Festlegung der Zählrichtungen)

Da die Verschiebungen infolge eines elastischen Achsversatzes klein sind und mit der Belastungsrichtung quer zur Verbindungslinie der ausgangs gerade angenommenen Zahnradmittelpunkte erfolgen, wird im Folgenden der Einfachheit halber auf eine Infinitesimalschreibweise verzichtet.
Damit ergibt sich für den linken Flankenpunkt des Zahnrades i mit dem Achsversatz a_i und der endlichen Verdrehung φ_i die Verschiebung des Kraftangriffspunktes infolge eines kleinen Achsversatzes zu

$$s_{iL} = a_i - r_{i,1}\, \varphi_i \qquad (2.1)$$

und analog für den rechten Kraftangriffspunkt

$$s_{iR} = a_i + r_{i,2}\, \varphi_i. \qquad (2.2)$$

Ungeachtet der Kopplung der Zahnräder in einer Räderkette lautet die Verschiebung des rechten Flankenpunktes des äußersten rechten Zahnrades n, der zugleich der Druckpunkt des diesem Zahnrad zugeordneten Druckzylinders sei,

$$s_{nR} = s_{DPn} = a_n + r_{n,2}\, \varphi_n = a_n + r_{n,DZ}\, \varphi_n\,, \qquad (2.3)$$

und die Verschiebung des linken Flankenpunktes des ganz links angesetzten ersten Zahnrades, der ana-

log den linken Druckpunkt wiedergebe,

$$s_{1L} = s_{DP1} = a_1 - r_{1,1} \varphi_1 = a_1 - r_{1,DZ} \varphi_1. \tag{2.4}$$

Da die beiden Zahnräder i und i+1 miteinander kämmen, ihre Wälzkreise also aufeinander abwälzen, gilt die allgemeine Übergangsbedingung

$$s_{iR} = s_{i+1L} = a_i + r_{i,2} \varphi_i = a_{i+1} - r_{i+1,1} \varphi_{i+1}, \tag{2.5}$$

aus der sich das folgende homogene Gleichungssystem aufbaut. Es beginnt mit dem Ausdruck für die Verschiebung s_{DP1} des linken Druckpunktes des dem ersten Zahnrad zugeordneten Druckzylinders und endet mit der Verschiebung s_{DPn} des rechten Druckpunktes des dem letzten Zahnrad n zugeordneten Druckzylinders

$$\begin{aligned}
s_{DP1} - a_1 + r_{1,1} \varphi_1 &= 0 \\
a_1 + r_{1,2} \varphi_1 - a_2 + r_{2,1} \varphi_2 &= 0 \\
a_2 + r_{2,2} \varphi_2 - a_3 + r_{3,1} \varphi_3 &= 0 \\
&\ldots \\
a_{n-1,2} + r_{n-1,2} \varphi_{n-1} - a_n + r_{n,1} \varphi_n &= 0 \\
s_{DPn} + a_n + r_{n,2} \varphi_n &= 0
\end{aligned} \tag{2.6}$$

In der ersten und in der letzten Gleichung stehen die beiden Verschiebungsgrößen s_{DP1} und s_{DPn}, die zusammen einen Passerfehler oder zumindest eine relative Verdrehung der beiden betrachteten Druckzylinder infolge von Achsversatzen in der die beiden Druckwerke koppelnden Räderkette ergeben.

$$\Delta s_P = s_{DP1} - s_{DPn}. \tag{2.7}$$

Eine Addition der ersten und der letzten Gleichung des vorgenannten homogenen Gleichungssystems führt auf einen Ausdruck

$$\Delta s_P = a_1 - r_{1,1} \varphi_1 - a_n - r_{n,2} \varphi_n, \tag{2.8}$$

aus dem die Glieder mit den Verdrehwinkeln zu eliminieren bleiben. Zu diesem Zweck sei zunächst eine Übersetzungsgröße u_i

$$u_i = \frac{r_{i,1}}{r_{i,2}} \tag{2.9}$$

eingeführt, die nicht auf die Drehzahl, sondern auf die Umfangsgeschwindigkeiten der Zahnrad-Wälzkreise abzielt. Die Übersetzung u_i nimmt von eins verschiedene Werte an, wenn zwei drehfest miteinander gekoppelte Zahnräder auf einer Welle sitzen und die Antriebseinleitung über das eine, die Antriebsableitung über das andere Zahnrad erfolgen. Wird die Gl. (2.9) im Zähler und Nenner um die Winkelgeschwindigkeit ω_i erweitert, geht die vorstehende Gleichung direkt über in eine Aussage der jeweiligen Umfangsgeschwindigkeiten in den Wälz- oder Teilkreisen der beiden drehfest miteinander gekoppelten Zahnräder auf der Welle i:

$$u_i = \frac{r_{i,1} \cdot \omega_i}{r_{i,2} \cdot \omega_i} = \frac{v_{i,1}}{v_{i,2}} \tag{2.10}$$

Ein $u_i \neq 1$ besagt damit, dass ab dieser Zahnradstufe i (und damit in der Regel bis zur Zahnradstufe (n-i)) die Zahnrad-Wälzkreis-Umfangsgeschwindigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit der Druckzylinder,

also von der Bahngeschwindigkeit abweicht. Das wirkt sich unmittelbar auf die örtlichen elastischen Achsversatze aus, da sich über die durch eine Zahnradkette hindurchgeleiteten Antriebsleistung mit den örtlich geänderten Umfangsgeschwindigkeiten die zugehörigen Zahnflankenkräfte ab $F_{i,\,2}$ (bis $F_{n\text{-}i,\,1}$) ändern, und zwar mit dem reziproken Faktor $(u_i)^{-1}$.

Wird die zweite Gleichung des Gleichungssystems (2.6) mit dem Faktor $(-1)^1 u_1$ multipliziert, so führt eine Addition der ersten beiden Gleichungen auf

$$s_{DP1} - a_1 + r_{1,1}\,\varphi_1 - u_1(a_1 + r_{1,2}\,\varphi_1 - a_2 + r_{2,1}\,\varphi_2) = 0, \qquad (2.11)$$

woraus mit Gl. (2.9) und also $r_{1,1} - u_1\, r_{1,2} = 0$ folgt:

$$s_{DP1} - a_1(1 + u_1) + u_1(a_2 - r_{2,1}\,\varphi_2) = 0 \qquad (2.12)$$

Um den Verdrehwinkel φ_2 zu eliminieren, ist die dritte Gleichung des Gleichungssystems (2.6) zunächst mit dem Faktor $(-1)^2 u_1 u_2$ zu multiplizieren und anschließend zur vorstehenden Gl. (2.12) zu addieren, was auf

$$s_{DP1} - a_1(1 + u_1) + a_2\, u_1(1 + u_2) - u_1 u_2(a_3 - r_{3,1}\,\varphi_3) = 0 \qquad (2.13)$$

führt. In dieser Weise ist sukzessive fortzufahren, und am Ende ergibt sich die nachstehende zusammenfassende Gleichung. Allein der Deutlichkeit halber sind die skalaren dimensionsbehafteten Verschiebungsgrößen fett herausgestellt.

$$s_{DP1} + (-1)^1 a_1(1+u_1) + (-1)^2 a_2 u_1(1+u_2) + (-1)^3 a_3 u_1u_2(1+u_3)+\ldots\ldots + (-1)^{n-1} a_{n-1} u_1u_2u_3\ldots u_{n-3}u_{n-2}(1+u_{n-1}) + + (-1)^n a_n u_1u_2u_3\ldots u_{n-2}u_{n-1}(1+u_n) + (-1)^n u_1u_2u_3\ldots u_{n-2}u_{n-1}u_n s_{DPn} = 0 \qquad (2.14)$$

Zu den hierin auftretenden Produkten der Durchmesserverhältnisse

$$u_1u_2u_3\ldots u_{k-1}u_k = i=1;k;u_i \qquad (2.15)$$

lässt sich die weitere allgemeine Aussage machen:

In einer Druckmaschine laufen alle Druckwerke mit der gleichen Taktgeschwindigkeit bzw. der Bahn-Nenngeschwindigkeit um. Eine etwaige Staffelung steht dieser Aussage nicht entgegen, da über die Zeit integriert jedes Druckwerk von der gleichen Materialmenge durchlaufen wird. Gleiche Bahngeschwindigkeit in allen Druckwerken bedeutet, dass zwischen den betrachteten Druckwerken keine von eins verschiedene Bewegungsübertragung gegeben sein darf. Also muss über eine vollständige, zwei Druckwerke verbindende Räderkette das Produkt $u_1u_2u_3\ldots u_{n-2}u_{n-1}u_n$ in jedem Fall zu eins werden:

$$u_1u_2u_3\ldots u_{n-2}u_{n-1}u_n = i=1;n;u_i = 1 \qquad (2.16)$$

Das bedeutet zugleich: Tritt an beliebiger Stelle in der Räderkette ein $u_k \neq 1$ auf, dann muss irgendwo in der Räderkette ein einzelnes oder ein produktartig aus mehreren Teilschritten gebildetes u_m gegeben sein, für das $u_m = 1/u_k$ gilt.

Mit dieser Ergänzung lässt sich nun Gl. (2.14) zusammenfassen:

$$s_{DP1} + i=1;n;1+u_{i-1}i\; a_{ij=1;i-1;u_j} + (-1)^n s_{DPn} = 0 \qquad (2.17)$$

Im Idealfall sind die $a_i = 0$ und damit die Verschiebungen oder Wege, die die Druckpunkte auf und mit den Druckzylindern zurücklegen, gleich; der Druck erfolgt im Passer. Leider stehen dem aber die

elastischen Achsverschiebungen entgegen (Abb. 7). Gestrichelt sind die Wälzkreise der Zahnräder in ihren Konstruktions-Nennpositionen wiedergegeben; auf Grund der elastischen Achsversatze weichen die unter der Antriebslast stehenden Zahnräder jedoch ein wenig quer zu dieser idealen Verbindungslinie aus, wobei sie sich von Zahnrad zu Zahnrad zunehmend geringfügig verdrehen, wie die Abb. 7 prinzipiell zeigt.

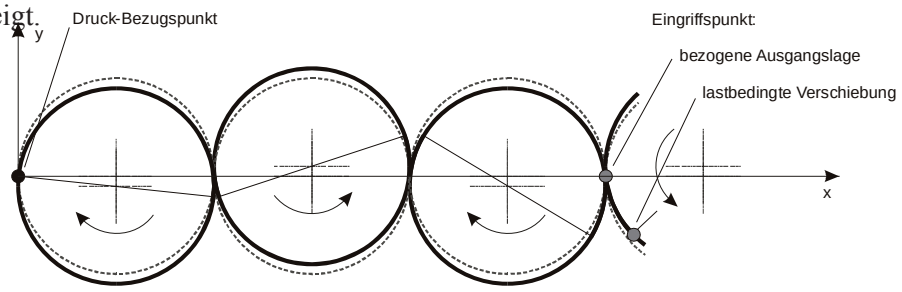


Abb. 7: Passerverschiebung aus lastbedingtem (elastischen) Achsversatz

Für diesen Fall stellt die vorstehende Gl. (2.17) eine Beziehung her zwischen den beiden Druckpunktverschiebungen s_{DP1} und s_{DPn}. Um allein eine Aussage über den Passerfehler zu erhalten, kann ohne Einschränkung der Allgemeinheit eine der beiden Verschiebungen zu Null gesetzt werden. Damit wird deutlich, dass der Summenausdruck (unabhängig vom Vorzeichen) auf die Größe des Passerfehlers führt:

$$\Delta s_P = ||s_{DP1}| - |s_{DPn}||. \qquad (2.18)$$

Die Überlegungen zur Richtung der beiden Flankenkräfte an einem (Zwischen-)Zahnrad einer Zahnradkette hatten bereits gezeigt, dass die Achsversatze a_i von Zahnrad zu Zahnrad ihre Richtung wechseln, also in ihren Richtungen alternieren, und damit in Bezug zu einem einheitlichen Koordinatensystem alternierende Vorzeichen haben. Damit aber tritt der Faktor $(-1)^i$ im Quadrat auf, so dass zunächst

$\{(-1)^i (-1)^i\} = (-1)^{2i} = 1$ folgt und damit also gilt:

$$i=1;n;1+ui-1iaij=1;i-1;uj = i=1;n;1+ui|ai|j=1;i-1;uj \qquad (2.19)$$

und folglich:

$$\Delta sP = i=1;n;1+ui|ai|j=1;i-1;uj \qquad (2.20)$$

Fall 1:

Die Räderkette arbeite generell mit Bahnumlaufgeschwindigkeit, d.h. sämtliche Übersetzungen seien gleich eins, so dass für alle i: $1 \leq i \leq n$ gilt:

$$u_i = u = 1 = \text{const.} \qquad (2.21)$$

Dann ergibt sich für den Passerfehler in einer Räderkette mit einander gegenüberliegenden Zahneingriffspunkten infolge lastbedingter radialer elastischer Versetzungen der Zahnrad-Drehmittelpunkte

$$\Delta sP = 2i=1;n;|ai|. \qquad (2.22)$$

Hieraus wird deutlich, dass eine Räderkette möglichst wenige Zahnräder umfassen sollte. Zur Überbrückung von Distanzen sind wenige große Zahnräder günstiger als viele kleine.

Fall 2:

Eine deutliche Verbesserung kann erzielt werden, wenn möglichst nah am Eingang einer Räderkette ein $u_k < 1$ gegeben ist, das erst unmittelbar vor dem Ende der Räderkette durch ein $u_{n-k} = 1/u_k$ wieder kompensiert wird. Ein $u_k < 1$ bedeutet in der Betrachtung vom Druckzylinder zur Räderkette hin eine Übersetzung ins Schnelle. Da eine Übersetzungsangabe richtungsabhängig ist, folgt hier die allgemeine Aussage, dass zur Minderung von Passerfehlern die Antriebe zu den Druckwerken hin ins Langsame übersetzt sein sollten; keinesfalls ist das Umgekehrte zu wählen - und zwar aus zwei Gründen:

1. Eine Übersetzung zu den Druckwerken hin ins Schnelle wirkt als solche wegen eines druckwerksnahen $u_i > 1$ vergrößernd auf den Passerfehler;

2. Langsamer umlaufende Zahnräder im Innern einer Räderkette bedingen zur Leistungsübertragung größere Zahnkräfte und demzufolge auch größere elastische Achsversatze.

Im äußersten Fall kann der Passerfehler im Sinne eines Grenzwertes zurückgehen auf

$$\Delta s_P = |a_1| + |a_n|, \tag{2.23}$$

wenn $u_1 \Rightarrow 0$ und $u_{n-1}=1/u_1$ gesetzt werden, was technisch nur leider nicht möglich ist, weil diese Forderung nur mit unendlich großen Zahnrädern für die Druckzylinder zu erfüllen wäre.

Der elastische Achsversatz und die Antriebsleistung
Für die resultierende Lagerlast aus den am Wälzkreis angesetzten Tangentialkomponenten der Flankenkräfte ergibt sich unter der Voraussetzung einer geraden Räderkette mit an jedem Zahnrad gegenüberliegenden Eingriffspunkten (vgl. Abb. 3)

$$F_i = F_{i,1} + F_{i,2} . \tag{3.1}$$

Aus dem Drallsatz bezogen auf den Drehmittelpunkt folgt für den stationären Betrieb und angenähert auch für den instationären Laufzustand:

$$F_{i,1} \cdot r_{i,1} = F_{i,2} \cdot r_{i,2}, \tag{3.2}$$

was mit Gl. (2.9) auf

$$F_i = F_{i,1} \cdot (1 + u_i) \tag{3.3}$$

führt. Mit der zu übertragenden Leistung P

$$P = F_{i,j} \cdot r_{i,j}\, \omega_i, \tag{3.4}$$

folgt daraus

$$F_i = P1+ui;ri1\ wi. \tag{3.5}$$

Unter der Annahme eines elastischen Versatzes der Lagerstelle i

$$F_i = c_i\, |\Delta a_i| , \tag{3.6}$$

kommt zunächst

$$|\Delta a_i| = P1+ui;ri1\ wi\ ci \tag{3.7}$$

und damit mit Gl. (2.20):

$$\Delta s_P = P \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{(1+u_i)^2}{r_{i,1} w_i c_i} \prod_{j=1}^{i-1} u_j \right). \qquad (3.8)$$

Für eine Räderkette ohne innere Übersetzungen folgt hieraus wegen $u_i = u = 1 = \text{const}$ und deshalb auch $r_{i,1} = r_{i,2} = r_i$ und schließlich unter Berücksichtigung der Bahngeschwindigkeit $v_B = r_i \cdot \omega_i$ für das einzelne Zahnrad nach Gl.(3.7) zunächst

$$|\Delta a_i| = \frac{2P}{v_B} \frac{1}{c_i} \qquad (3.9)$$

und also mit Gl. (2.22) für den Passerfehler

$$\Delta s_P = 2 \sum_{i=1}^{n} |\mathbf{a}_i| = \frac{4P}{v_B} \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{c_i}. \qquad (3.10)$$

Solange bei gegebener Druckgeschwindigkeit die erforderliche Antriebsleistung keinen zeitlichen Veränderungen (Schwankungen) unterworfen ist, kann der Passer zum Ausgleich des elastischen Achsversatzes entsprechend nachgestellt werden, ist also die Voraussetzung für eine Passerkonstanz noch gegeben. Zeigt jedoch die durch eine Zahnradebene (im Druckbereich) hindurchzuleitende Antriebsleistung P bei gleich bleibender Maschinengeschwindigkeit zeitliche Veränderungen (Schwankungen), sind von der Maschine her Passerabweichungen unvermeidbar, und es kann folglich seitens der Druckmaschine nur gelten, diese Fehler so gering wie möglich zu halten. Vorstehende Gleichung bietet geeignete Maßnahmen an. Von Gewicht bleibt in jedem Fall der Faktor 4!

1. Der Passerfehler nimmt linear mit der Anzahl der Zahnräder in einer Räderkette zu. Also sind wenige große Zahnräder einer größeren Anzahl kleinerer Zahnräder vorzuziehen;

2. die Lager-Federkonstanten c_i sollten möglichst groß sein (über die erforderliche Antriebsleistung gehen aber auch die Lagerreibungsverluste ein!);

3. bei gegebener Druckgeschwindigkeit sollte die durch eine Zahnradebene hindurchgeleitete (und verzweigte) Antriebsleistung möglichst gleich bleibend sein; hieraus folgt unmittelbar, dass

4. über eine Zahnradebene im Druckbereich tunlichst keine anderweitig benötigten Antriebsleistungen geführt werden sollten - wie beispielsweise der Antrieb von Zugwerken, zumal wenn auf diese Ab- und Aufwickler zurückwirken können. (An dieser Stelle bietet es sich auch an, über den günstigsten Ort zur Einleitung des Antriebs einer Räderkette nachzudenken.)

In der vorstehenden Gl. (3.10) sind die lagergebundenen Federkonstanten c_i abhängig von der jeweiligen Druckmaschine zu sehen. Die Antriebsleistung P dividiert durch die Druckgeschwindigkeit v_B ergibt einen Faktor mit der Einheit Kraft (N). Erfahrungsgemäß ist die erforderliche Antriebsleistung überlinear abhängig von der Druckgeschwindigkeit. Auf einen weitergehenden Ansatz sei aber hier verzichtet, da die Gl. (3.9) bereits die vorstehenden qualitativen Aussagen ermöglichte. Auf jeden Fall ist nach Gl. (3.10) davon auszugehen, dass sich elastische Achsversatze in Abhängigkeit der Druckgeschwindigkeit einstellen und, sofern nicht gegengesteuert oder auch gegengeregelt wird, entsprechend im Druck niederschlagen.

Bevor jedoch die Auswirkungen an einem praktischen Beispiel demonstriert werden, sei auf eine zweite Ursache von Passerfehlern hingewiesen, die sich gleichermaßen dadurch auszeichnet, im Prinzip unver-

meidbar, jedoch durch eine geeignete Konstruktion und durch hohe Fertigungsgenauigkeit begrenzbar zu sein. Es handelt sich um die Passerfehler, die bei gegebener Konstruktion aus Zahnrad-Rundlauf- und/oder -Summenteilungsfehlern, insgesamt also aus Fertigungstoleranzen herrühren. Beiden Fehlern – dem aus elastischem Achsversatz und dem aus Fertigungstoleranzen – ist gemeinsam, dass sie nur bei Antrieben, die passergenau arbeiten sollen, relevant werden, womit sich ihre besondere Bedeutung für die Druckmaschine ergibt. Um beide Fehlerursachen im Druckerzeugnis eindeutig voneinander abzuheben, werden im Folgenden die Auswirkungen von Fertigungstoleranzen an einem einfachen Modell dargelegt.

Passerfehler und Rundlauffehler

Fertigungstoleranzen treten bei sämtlichen Maschinenelementen auf. Dies gilt folglich auch für Zahnräder und für die mit ihnen realisierten getrieblichen Verknüpfungen von Druckwerken oder anderen Bearbeitungsstationen.

Zahnräder weisen unvermeidbar Zahnteilungsfehler und Zahnteilungssummenfehler auf. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass der Drehmittelpunkt eines Zahnrades nicht zusammenfällt mit dem Mittelpunkt des Wälzkreises. Sicher ist nur, dass der Zahnteilungssummenfehler über eine volle Umdrehung eines Zahnrades gleich null ist. Die Auswirkungen dieser Fertigungstoleranzen in der Zahnradfertigung lassen sich sehr gut veranschaulichen an einem hypothetischen Radialfehler zwischen Drehmittelpunkt und der nach wie vor der Einfachheit halber Wälzkreis genannten Wälzperipherie oder geschlossenen Wälzkurve. Bei Annahme idealer Zahnräder innerhalb einer Räderkette gilt für jedes Zahnrad:

$$r_i(\varphi_i) = r_i \tag{4.1}$$

Für einen fehlerbehafteten Wälzkreis sei ein einfach harmonischer Überlagerungsfehler angenommen, mit dem der fehlerbehaftete Wälzkreis eines jeden Zahnrades folgenden allgemeinen Ansatz erhält (Abb. 8):

$$r_{i,j}(\varphi_i) = r_i + a_i \sin(\beta_{i,j}-\alpha_i-\varphi_i) = r_{i,j}(\varphi_i + 2\pi). \tag{4.2}$$

Dieser Fehler kann sowohl als Radialschlag des Wälzkreises als auch als Teilungsfehler in der Verzahnung aufgefasst werden. Die Abb. 8 zeigt die verwendeten Größen. Mit $\beta_{i,j}$ sei der Winkel zwischen der (horizontalen) Winkelbezugslinie am Zahnrad i und der Verbindungsgeraden zwischen den Mittelpunkten der beiden miteinander kämmenden Zahnräder, des eintreibenden (Index j=1) und des abtreibenden Zahnrades (Index j=2), verstanden, so dass sich die Wälzkreise der beiden Zahnräder i und i+1 in den Winkeln $\beta_{i,2}$ und $\beta_{i+1,1}$ berühren. Dabei gilt generell

$$|\beta_{i,2} - \beta_{i+1,1}| = \pi. \tag{4.3}$$

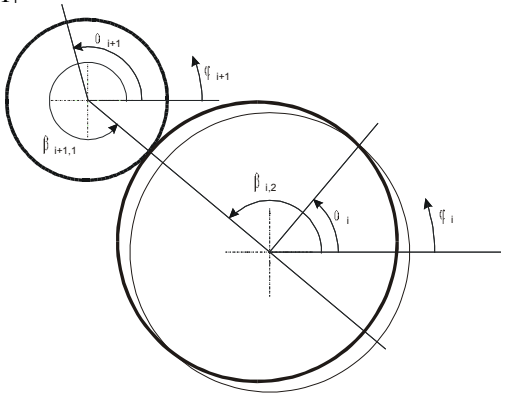


Abb. 8: Abwälzbedingung zweier Zahnräder mit jeweils einfach harmonischem Abwälzfehler

Der Winkel α_i sei der von der Montage eines Zahnrades abhängige Winkel, der für $\varphi_i = 0$ den Punkt markiere, an dem die harmonische Überlagerung in positiver Steigung verschwindet. Für den Berührpunkt $\beta_{i,j}$ bedeutet dieses, dass der Nulldurchgang der harmonischen Überlagerung den Berührpunkt

mit positiver Steigung (dr/d□ > 0) durchläuft, wenn gilt

$$□_{i,j} = \beta_{i,j} - \alpha_i + 2n\pi \quad \text{mit} \quad n = 1, 2, 3 \tag{4.4}$$

In den Berührpunkten wälzen die fehlerbehafteten Teilkreise zweier miteinander kämmenden Zahnräder aufeinander ab, womit unter Beachtung einer einheitlichen positiven Zählrichtung in differentieller Form folgt,

$$ds_{i,2} = - ds_{i+1,1} \text{ bzw.}$$
$$ds_{i,2} = r_{i,2}(□_i)\, d□_i = - ds_{i+1,1} = - r_{i+1,1}(□_{i+1})\, d□_{i+1} \tag{4.5}$$

Mit dem Ansatz der Gl. (4.2) führt eine Integration der vorstehenden Gleichung auf

$$s_{i,j}(\psi_i) = 0;yi;ri+ai\ sinbij-ai-jidji$$
$$s_{i,j}(\psi_i) = r_i\, \psi_i + a_i\ cosbij-ai-yi-\ cosbij-ai, \tag{4.6}$$

und es ergibt sich der nachstehende implizite Zusammenhang zwischen ψ_i und ψ_{i+1} für zwei miteinander kämmende Zahnräder:

$$r_i\, \psi_i + a_i\ cosbij-ai-yi-\ cosbij-ai=$$
$$= - ri+1yi+1 + ai+1cosbi+11-ai+1-yi+1-\ cosbi+11-ai+1 \tag{4.7}$$

Diese Gleichung lässt sich nicht explizit nach dem Winkel ψ_{i+1} auflösen und ist deshalb iterativ zu lösen: Ausgehend von einem Zahnrad i kann der Drehwinkel des Zahnrades i + 1 in Abhängigkeit des Drehwinkels des Zahnrades i schrittweise aus vorstehender Gleichung berechnet werden. Diese Berechnung lässt sich sukzessive fortsetzen über alle Zahnräder einer Zahnradebene.

Fall 1:

Bei fehlerfreier Übertragung sind die $a_i = 0$ und es ergibt sich

$$s_{1,1} = r_1\psi_1 = - (- 1)^{n-1}\ r_n\psi_n = - (- 1)^{n-1}\ s_{n,2}, \text{ d. h.}$$
$$\left|s_{1,1}\right| = \left|s_{n,2}\right| \tag{4.8}$$

worin $s_{1,1}$ der Weg des Druckpunktes des ersten und $s_{n,2}$ der Weg des Druckpunktes des zweitbetrachteten Druckwerkes darstellen und der Index n auf eine getriebliche Kopplung der beiden Druckwerke über n Zahnräder hinweist.

Fall 2:

Für eine gestreckte Räderkette lässt sich aus dem o.g. Zusammenhang zwischen ψ_i und ψ_{i+1} der größtmögliche Passerfehler abschätzen. Bei einander gegenüberliegenden Druckpunkten - der Einfachheit sei ein einheitlicher Radialfehler $a_i = a$ = const vorausgesetzt - ergibt sich zunächst

$$|s_{i+1}| = |s_i| \pm 2a \qquad \text{bzw.}$$

$-2a \le |s_{i+1}| - |s_i| = \Delta|s_{i+1}| \le 2a$, (4.9) was sich über n Zahnräder aufsummiert zu

$$\Sigma\ \left|\ \Delta|s_k|\ \right| \le 4\ (n-1)\ a. \tag{4.10}$$

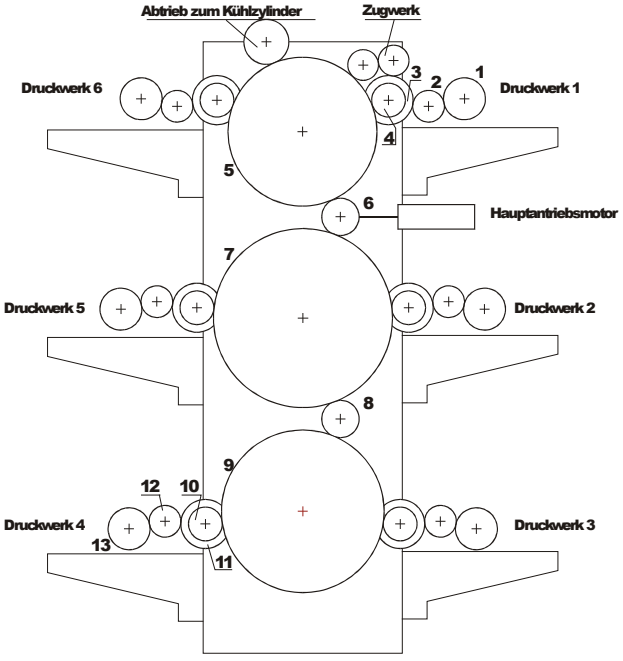
Diese Gleichung (4.10) macht offenkundig, dass sich bereits sehr kleine Radialfehler zu merklichen Passerfehlern innerhalb einer Räderkette aufsummieren können. Also bietet sich aus vorstehender Gleichung auch hier die Schlussfolgerung an, dass eine Räderkette möglichst wenige Zahnräder umfassen

sollt

Ergebnis:

Die Ergebnisse aufgrund von elastischem Achsversatz einerseits und Rundlauffehlern andererseits in Zahnradantrieben sei an dem Beispiel einer inzwischen als historisch anzusehenden Flexodruckmaschine (nichtdeutscher Produktion) aufgezeigt, die vor inzwischen bald zwanzig Jahren zu begutachten war.

Der prinzipielle Aufbau der Antriebsebene dieser Druckmaschine ist in der Abb. 9 aufgezeigt, die Tabelle mit den Kenndaten der Zahnräder ist beigefügt. Es fällt auf, dass viele unterschiedliche und zudem teilerfremde Zahnräder verwendet wurden, so dass die Periodizität, mit der sich die Zahneingriffspaarungen wiederholen, entsprechend groß ist. Sie beläuft sich unter Ausschluss der Formaträder, also allein für die maschinengebundenen Zahnräder auf knapp 6,6 Mrd. Zahneingriffe.



Zahnrad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Modul	2,54	2,54	2,54	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	2,54	2,54	2,54
Zähnezahl	63	53	68	41	166	41	207	65	166	41	68	53	63

Abb. 9: Zahnrad-Antriebsebene einer begutachteten Flexodruckmaschine

Die Abb. 10 zeigt zunächst das Ergebnis der modellhaft gerechneten Auswirkungen von Rundlauffehlern. Der Rechnung zugrunde gelegt ist die dreizehngliedrige Räderkette zwischen den Druckzylindern der Druckwerke 1 und 4 (Abb. 9), das ist die längste Räderkette zwischen zwei Plattenzylindern in dieser Druckmaschine. Für sämtliche Zahnräder war der Rundlauffehler gemäß Gl. (4.2) einheitlich mit ai = 0,1 mm angesetzt. Die Rechnung erfolgte über 60 Plattenzylinderumdrehungen. Die Differenz zwischen den beiden größten Abweichungen beläuft sich in diesem – gemessen an der Periodizität der Antriebsebene dieser Druckmaschine – kleinen Diagrammausschnitt auf ca. 3,4 mm und liegt damit gut in den mit Gl. (4.10) abgeschätzten Grenzen, die den Schwankungsrahmen mit 4,8 mm angibt.

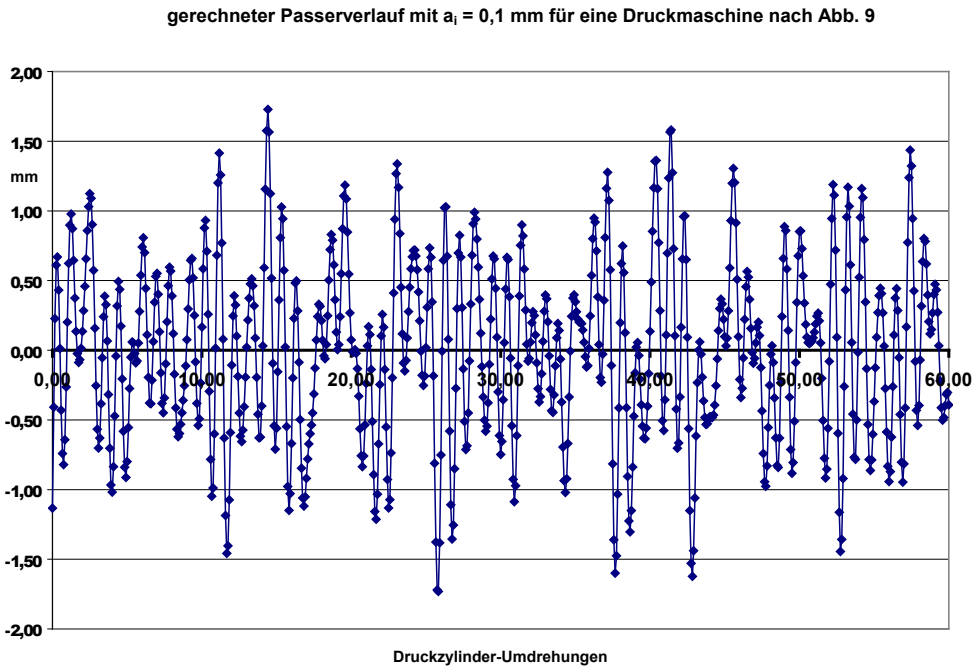


Abb. 10: Rechnerische Passerabweichungen zwischen Druckwerk 1 und 4 einer Druckmaschine nach Abb. 9 bei einheitlichem Radialfehler von 0,1 mm für die Zahnräder.

Das gerechnete Diagramm der Abb. 10 macht deutlich, wie ungünstig sich Zahnräder unterschiedlicher und vor allem teilerfremder Zähnezahl innerhalb einer Zahnradkette auswirken. Zur Reduzierung von Passerfehlern infolge von Rundlauf- und Summenteilungsfehlern hat der Druckmaschinenbau eigenen Regeln zu folgen. Die Zahnräder einer Räderkette sollten gleiche Zähnezahlen oder ein möglichst kleines ganzzahliges Vielfaches aufweisen, so dass das Produkt der Primzahlzerlegung klein bleibt. Diese Empfehlung führt jedoch nur bei „richtiger“ Einbaulage zu einer Fehlerreduzierung.

„Richtige“ Einbaulage von Zahnrädern gleicher Zähnezahl bedeutet, dass die Zahnräder nicht – wie sonst im (alten) Maschinenbau üblich - „hoch auf tief“, sondern „hoch auf hoch“ bzw. „tief auf tief“ zu montieren sind. In einer modellhaften zweiten Rechnung mit einer Zahnradebene analog der Abb. 9, jedoch mit durchgehend einheitlichen Zähnezahlen und einer jeweiligen Einbaulage „hoch auf hoch“ (bzw. „tief auf tief“) bestätigte sich, dass unter diesen Voraussetzungen keine Passerfehler auftreten – trotz des (einheitlichen) Höhenschlags sämtlicher Zahnräder. Dagegen ergaben sich bei durchgehend gleichen Zähnezahlen, aber einer Zahnradmontage nach dem Prinzip „hoch auf tief“ ebenso periodisch wiederkehrende Passerfehler – oder besser „Passersprünge“, wie auch ungleiche, aber nicht teilungsfremde Zähnezahlen periodisch wiederkehrende Passerfehler zeigten.

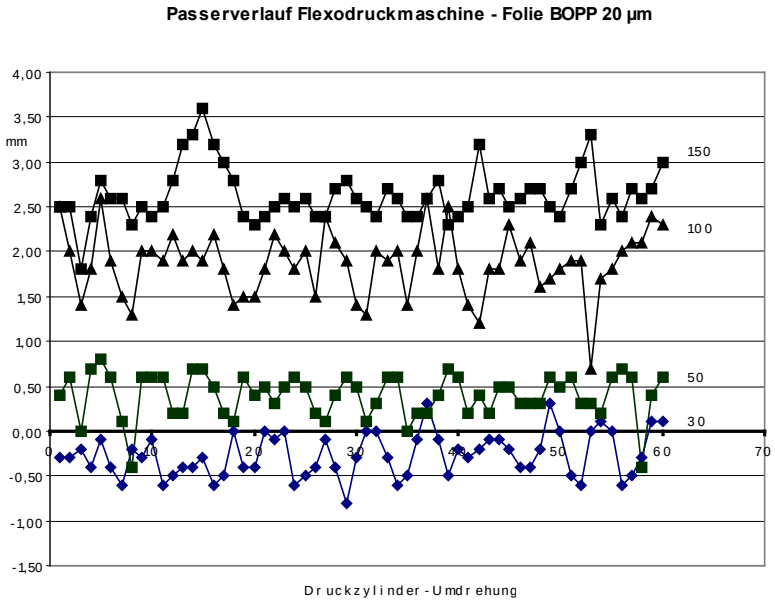


Abb. 11: Passerfehler bei verschiedenen Druckgeschwindigkeiten ermittelt aus fortlaufenden Druckerzeugnissen einer Druckmaschine gemäß Abb. 9

Die Abb. 11 zeigt schließlich die Passerabweichungen, die an Hand von fortlaufenden Druckerzeugnissen der Druckmaschine gemäß Abb. 9 ausgemessen wurden. Als zusammenhängende Linien sind jeweils die Passerfehler bei einheitlicher Druckgeschwindigkeit wiedergegeben. Der mittlere Versatz zwischen diesen Linien lässt auf elastischen Achsversatz und auf die von der Bahngeschwindigkeit abhängende rückhaltende Wirkung von zwei (in Abb. 9 nicht dargestellte) Bahnführungswalzen zwischen den Druckwerken 3 und 4 schließen, die schwankenden Werte innerhalb der einzelnen Linien sind die denkbare Folge von Rundlauffehlern in den Zahnrädern, sie können aber auch (mit-)verursacht sein durch Belastungsschwankungen innerhalb des Druckständers selbst und durch Rückwirkungen aus den übrigen Antriebsbereichen der Maschine, da – wie dargestellt – auch Zugwerke außerhalb des Druckständers (Abtrieb zum Kühlzylinder) über diesen angetrieben wurden.

Eine kritische Bewertung der Zahnradebene in der Druckmaschine nach Abb. 9 zwingt zusammenfassend zu der Aussage, dass hier im Sinne des üblichen Maschinenbaus wohl alles richtig gemacht ist, aber im Hinblick auf eine Druckmaschine ganz wesentliche Grundsätze verletzt wurden:

1. Die Primzahlzerlegung für die Zahnrad-Abwälz-Periodizität führt zu einem sehr großen Wert, die Überlagerung aus Rundlauffehlern ist also kaum beherrschbar;
2. mit der Übersetzung ins Schnelle von der inneren Zahnradebene zu den Druckwerken hin werden Rundlauffehler in der inneren Zahnradebene an den Druckzylindern und damit im Druck vergrößert abgebildet;
3. über das Einzugwerk am Druckwerk 1 und den Antrieb des Kühlzylinders vom Druckständer auswirken unrunde Läufe und damit einhergehende Antriebsschwankungen im Ab- und Aufwickelbereich zurück auf die Zahnradebene des Druckbereichs mit den elastischen Achsversatzen ihrer Zahnräder;
4. wenn überhaupt, sollte der Hauptantriebsmotor weitere Stationen nicht über den Druckständer antreiben.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der elastische Achsversatz in Zahnradtrieben ein Phänomen ist, das zwar jedem Zahnradantrieb zu eigen ist, sich aber im “allgemeinen Maschinenbau“ kaum nachteilig auf die Funktion auswirkt, sich in der Druckmaschine aber sehr wohl negativ bemerkbar machen kann. Daneben verbinden sich mit Zahnradtrieben weitere Faktoren, wie etwa Rundlauffehler und/oder Summenteilungsfehler, die sich negativ auf die Funktion einer Druckmaschine auswirken können. In allen Fällen von Druckfehlern ist genau nach den komplexen Ursachen zu forschen, und hierbei sind die Zahnradtriebe nicht auszuklammern. Es lohnt sich immer wieder, über Zahnräder nachzudenken. Dank ihrer Vorzüge und Leistungsstärken werden sie umso eher elementare Bausteine unserer Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen bleiben.

Dr. Bernhard Fritz, Frankfurt
Technisch/wirtschaftliche Aspekte der Druckfarbe im Druckprozess

Studium der Physikalischen Chemie in Karlsruhe und Göttingen mit Promotion. Seit 1985 bei HARTMANN Druckfarben, Frankfurt. Zwei Jahre Trainee im Bereich der Druckfarben für den Verpackungstief- und Flexodruck. Die Spezialisierung liegt jedoch im Offsetdruck. Seit Übernahme der HARTMANN Druckfarben in den 90er Jahren durch den globalen Konzern „Sun Chemical" als Laborleiter für Offsetdruckfarben in diesen Konzern hineingewachsen. Seit 2002 zuständig für das europäische Produktmanagement für Bogenoffsetdruckfarben. Lehrauftrag an der TU Chemnitz. Seit dem Jahr 2000 Mitglied im Technischen Beirat der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen (FGD). Mitglied im VDD.

Die Bedeutung von Druckfarbe im Druckprozess ist natürlich wichtig. Eine andere Antwort ist vom Product Manager eines globalen Unternehmens, das Druckfarbe als sein Kerngeschäft begreift und der im Übrigen persönliches VDD Mitglied ist, natürlich nicht zu erwarten…

Ich will versuchen, die Bedeutung aufzugliedern und dabei technische und ökonomische Aspekte wirken zu lassen. Letztere sind nicht erst in den letzten Monaten „modern" geworden, sondern haben das Überleben einer ganzen Industrie reguliert. Diese 3 Aspekte sollen uns leiten lassen:

A. Die Entscheidungsfindung
B. Der ökonomische Split
C. Die technische Innovation

A. Die Entscheidungsfindung

Technische Innovationen werden immer (oder sollten immer) geführt werden von dem aktuellen Kundenwunsch und von der strategischen Fernwirkung. Unternehmen, die nur die Tagesprobleme sehen und die Perspektive außer Auge lassen (oder umgekehrt) haben früher oder später ein Problem.

Dies beginnt bei der präzisen Formulierung des „Kundenwunschs". Firmen haben hier typischerweise Mitarbeiter, welche die Geschehnisse des Marktes beobachten und zusammenfassen. Es ist jedoch ein immanentes Problem, dass die persönliche Sicht des betreffenden Mitarbeiters die gesamte Analyse prägt und bei Folgeentscheidungen die Ausgangsfakten nicht mehr hinterfragt werden. Kleine Firmen, in denen Einzelpersonen oft ein übergewichtiges Wort haben, sind davon meist mehr betroffen.

Der Lösung ist ein 360° Bild des Marktes und seiner Entwicklungen. Weitgehend neutral geführte Interviews werden mit den relevanten Partnern (Kunden, Lieferanten etc) der Druckindustrie geführt und die gewonnenen Aussagen 1:1 zu Kernsätzen destilliert. Die Güte des Destillats hängt im Wesentlichen ab von

- der Auswahl der Interviewpartnern
- der Fähigkeit der Interviewer, sich mit ihrer eigenen Meinung zurückzunehmen
- die Fähigkeit der Analysatoren, die Kernsätze unvoreingenommen herauszuarbeiten.

Diese Interviewtechniken werden heute gelehrt und sind, wenn richtig eingesetzt, wertvolle Hilfen bei der Bewertung von neuen Entwicklungsprojekten.

B. Der ökonomische Split

Technische Innovationen sind nur dann umsetzbar, wenn der erzielbare Wert beim Anwender die Summe der Aufwendungen übertrifft. Hierbei ist eine technische Innovation zu unterteilen in

a. Eine neuartige Wiedergabe von optischen Effekten, die innovative Druckerzeugnisse erst möglich macht.

b. Ein Produkt, das dem Anwender erlaubt, effektiver und damit kostengünstiger zu arbeiten

c. Ein Produkt, das Aspekten des Umweltschutzes, auch der sog. Nachhaltigkeit (sustainability), gerecht wird.

Im Verhalten der Konsumenten, aber auch für das Business unter Industriepartnern (also nicht nur in der Druckindustrie!), ist ein eindeutiger Trend zu erkennen: Es findet eine Aufteilung (Split) in hochwertigste Erzeugnisse („as good as possible"), die auch entsprechend honoriert werden oder in preisgünstige Massenprodukte („fit-for-purpose") statt. Mittelprodukte oder solche, die keine klare Zuordnung haben, sind zur Diskussion freigegeben. Das Problem liegt zu oft in unseren Köpfen: Es erfüllt uns meist mit persönlichem Stolz, für hochpreisige Qualitätsprodukte zu arbeiten, aber für profitable Massenprodukte schämen wir uns fast.

C. Die technische Innovation

Wie richtet sich nun die Druckfarbenindustrie aus? Die Kategorien a) bis c) sollen übernommen werden:

a. Das neuartige Produkt

Der Treiber ist hier häufig der Käufer der Drucksachen, der Aufmerksamkeit erzielen will. Die Aufmerksamkeit wird entweder erzielt mit besonderen optischen Effekten, wie erweiterter Farbraum, Metallics (Gold, Silber etc), UV-Fluoreszenz, wärmeveränderliche Druckfarben (Thermochrome) oder mit nicht-optischen Effekten wie Duftfarben und Duftlacken.

Ein kleiner, aber feiner Spezialbereich sind Lösungen für Sicherheitsdruck von Banknoten, Zertifikaten und Verpackungen von ausgewählten Produkten, wie spezielle Pharmazeutika. Generell kann unterschieden werden zwischen:

- Effekten, die der Verbraucher schon erkennen kann und ihn von der Authentizität des Produkts überzeugt. Bestes Beispiel sind Etiketten von hochwertigen Spirituosen, die sich von billigen Fälschungen durch Hologramme etc. auszeichnen wollen.

- Effekten, die es Aufsichtsbehörden erlaubt, auf gefälschte Waren schnell aufmerksam zu werden, z. B. versteckte Motive, die unter UV-Lampen sichtbar werden.

- Effekten, die für den Markeninhaber maßgeschneidert sind. Diese funktionieren immer nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip und werden en detail nicht in der Öffentlichkeit diskutiert.

Die meisten der genannten Effekte sind prinzipiell von der Druckart unabhängig. Allgemein gilt doch, dass höhere Schichtdicken einen besseren optischen Effekt ermöglichen.

b. Das effektivere Produkt

Der Maßstab für Effektivität ist die erzeugte Anzahl verkaufbarer (Druck-)Exemplare pro Zeiteinheit. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass alle entgegenlaufenden Einflüsse wie:

- Wartezeiten wegen nicht abgestimmtem Workflow oder wegen Halbfabrikaten, die noch nicht weiterverarbeitet werden können,

- Ausfallzeiten wegen Reinigen der Druckmaschine,

- nicht-konforme Exemplare bei Druckbeginn oder nach Stoppern,

reduziert werden müssen. Hier ist für Druckfarben ein enormes Einflusspotential vorhanden. Einige Beispiele sollen im Folgenden aufgeführt werden:

i) Offsetdruckfarben, die es erlauben, nach ISO12647 zu drucken

ISO12647 beschreibt den gesamten Workflow einer Offsetdruckereien, von den einkommenden Daten bis hin zum fertigen Druckprodukt. Ein großer Wert wird auf die Farbkennwerte gelegt, die zum ersten Mal spektralphotometrisch spezifiziert werden. Neu ist auch ein Festlegen der Tonwertzunahmen von Anfang an. Das heißt, der Käufer der Druckprodukte erhält ein Druckprodukt, das genau seinen elektronischen Vorgaben entspricht, unabhängig davon, wo das Druckprodukt gefertigt wurde. Dies gilt über Landesgrenzen und Kulturkreise hinweg.

Für den Drucker bedeutet dies ein hohes Maß an standardisierten Abläufen, die aber nach Implementierung sich durch effektiveren Durchlauf eines Druckjobs auszeichnen. Die Hersteller der Verbrauchsmaterialien (Druckpapier, Druckfarbe) haben die Aufgabe, Produkte zu entwickeln, die die Umsetzung von ISO12647 ermöglichen und Produktkonstanz über viele Jahre gewährleisten. Das letztere ist aufgrund von globalen Rohstoffentwicklungen außerordentlich schwierig.

ii) Offsetdruckfarben mit optimierten „Laufeigenschaften“

Mit der Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit von Druckmaschinen steigen zusätzlich die Ansprüche an Druckfarben, mindestens im proportionalen Verhältnis. Ein bestes Beispiel ist die Bildung von Aerosolen beim Austritt aus dem Walzenspalt schnell laufender Druckmaschinen. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass die durch die Walkarbeit zwischen den Farbwalzen erzeugte Wärme das Fließverhalten der Druckfarben außerordentlich negativ beeinflusst. Optimierte Druckfarben enthalten Harz/Öl Kombinationen, die die Fadenbildung reduzieren und Temperaturerhöhungen teilweise kompensieren.
In die gleiche Richtung gehen Entwicklungen zur Optimierung der Emulgiereigenschaften (sog. Farb-Wasser-Gleichgewicht), die bewirken, dass bei Druckbeginn Makulatur reduziert wird und nach Stoppern die geforderte Farbintensität wieder schnell erzielt wird.

Die unter ii) aufgeführten Punkte absorbieren für den Druckfarbenhersteller erhebliche Ressourcen und erfordern ein tiefes Verständnis der Chemie der Makromoleküle. Von der Seite des Marketings ist es nicht immer einfach die Verbesserungen auch zu kommunizieren, da dies „erwartete“ Eigenschaften sind, die nicht durch „bessere“ Drucke bewiesen werden können. Hier ist die Druckfarbe eindeutig nicht die treibende Kraft, sondern eine sich anzupassende Größe.

iii) Kombination von existierenden Technologien („Hybridisierung“)

Der Trend, verschiedene Komponenten zu verknüpfen, wird weiter zunehmen. Bekannte „Hybride“ sind z.B. UV härtender und konventioneller Offsetdruck oder der Auftrag von wässrigen Flexodruckfarben/Lacken über Hochdruckplatten, in-line in einer Offsetdruckmaschine.
Die Kombination von Flexodruck und Elektronenstrahlhärtung wird weiter unten diskutiert.

c. Das nachhaltigere Produkt

Es ist ein gesellschaftliches Merkmal, Aspekte von Produktsicherheit (Health, Safety, Environment) und Nachhaltigkeit (Sustainability) in die Druckindustrie zu übertragen. Einige Beispiele hierzu:

i) Die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen hat einen direkten Einfluss auf die CO2 Bilanz der Erde. Das Wachstum von Pflanzen absorbiert direkt vorhandenes CO2, das wieder in den Kreislauf zurückgeführt wird.

Seit Mitte der 90er Jahre haben die Druckfarbenhersteller einen beträchtlichen Teil ihrer Bogenoffsetdruckfarben auf eine pflanzliche Basis gestellt und die drupa 2008 hat hier einen weiteren technologischen Schub bewirkt: Druckfarben mit einen durch die C^{14} Methode nachgewiesenen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen von 80±4 % (Sun Chemical Diamond™) oder die Verwendung von ca. 30% nachhaltiger Rohstoffe in UV-härtenden Druckfarben (SunCure Advantage™).

ii) Der Isopropanol (IPA) des Feuchtmittels trägt zur CO_2 Bilanz ebenfalls bei, da das eingesetzte IPA entweder während des Druckprozesses oder aus dem Druckprodukt verdunstet. Innovative Feuchtmittel, im Zusammenhang mit optimierten Druckfarben, ermöglichen heute (je nach Offsetprozess) eine erhebliche Reduzierung auf wenige Prozent oder sogar auf null. Hier hat die „Hardware“ der Druckmaschinenkomponenten einen enormen Beitrag geleistet.

iii) Seit wenigen Jahren wird für flexible Verpackungen eine innovative Hybridlösung angeboten, das den Flexodruck mit Elektronenstrahlhärtung kombiniert (Wetflex™). Die Druckfarben enthalten keine organische Lösemittel, die zur Co_2 Bilanz beitragen könnten. Interessant ist hier der maschinen-technologische Faktor, da bis zu 8 Druckfarben direkt nacheinander appliziert werden, um dann gemeinsam gehärtet zu werden. Wegen des direkten Übereinanderdrucks („ink trapping“) von „nassen“ Flexodruckfarben, ist eine genaue Abstimmung von Drucktechnik und Druckfarbe gefragt.

iv) Der Offsetdruck von Lebensmittelverpackungen geht in eine neue technologische Runde. Diskutiert wird hier die sog. Migration von Verpackungskomponenten in das Füllgut. Dieses Potential ist immer dann gegeben, wenn keine funktionelle Barriere (Glasflasche, Aluminiumbeutel) das Lebensmittel vor der Umgebung schützt. Low Migration Druckfarben und Lacke sind heute für den konventionellen und für den UV-härtenden Bogenoffsetdruck erhältlich und ermöglichen (zusammen mit geeigneten Bedruckstoffen im optimierten Druckprozess) ein Maß an Produktsicherheit, das heutigen und zukünftigen Ansprüchen genügt.

Zusammenfassend ist zu sagen:

Die Druckfarbe ist sicherlich alles andere als nur drucktechnisches Beiwerk. Einige der Innovationen werden aus den Forschungsressourcen der Druckfarbenhersteller geboren, andere entstehen durch Zusammenarbeit mit anderen Partnern oder mit Anwendern direkt. Bedingt durch die schwierigere gesamtökonomische Situation sind jedoch zwei Aspekte in den Vordergrund gerückt: Der Kundenwunsch (siehe oben A. Entscheidungsfindung) und damit die kommerzielle Perspektive und die Kosten der Umsetzung.

Technologische Innovationen sind dann möglich, wenn das Potential klar messbar und auch vorhanden ist. Eigentlich nur klassische Physik, oder ?

Spectral-based Image Reproduction Workflow - From Capture to Print

Dr. Philipp Urban, Darmstadt

Philipp Urban, Dr., geboren 1975. Studium der Elektrotechnik 1994-1997 an der Technischen Universität Hamburg–Harburg und der Mathematik 1994-1999 an der Universität Hamburg. 2005 Promotion zum Dr. rer. nat. an der Technischen Universität Hamburg–Harburg. 1999-2006 Industrietätigkeit bei der Firma Ratio Entwicklung GmbH in Hamburg. 2006-2008 Forschungsaufenthalt am Munsell Color Science Laboratory des Rochester Institut of Technology (RIT) in NY, USA. Seit 2009 Leiter der Emmy-Noether Forschungsgruppe am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) der Technischen Universität Darmstadt.

Abstract—Metameric reproduction systems (e.g. ICC-based systems) are successfully used around the world today. For distinct applications, however, such as artwork reproduction, proofing or high accurate industrial color communication, systematic limitations avoid satisfying results. This paper discovers the systematic problems of metameric reproduction systems and introduces a spectral-based workflow that allows the solution of these problems to a large extent. The basic concepts and main modules of a spectral-based reproduction system are investigated and finally a real system is presented.

I. INTRODUCTION

A graphic arts industry without color-management systems that colorimetrically control capture, exchange and reproduction of color information is unthinkable today. In the last decade isolated color-management systems were replaced by industrial and recently by an ISO standard (ISO 15076-1), which is based on the industrial standard of the International Color Consortium (ICC) [1]. The open system architecture of the ICC standard allows an exchange of color information independently of the computer operating systems, device and software application by so-called color profiles, which include transformation functions between color spaces and allow a device independent representation of color [2]. Modern software applications are capable to read and apply these profiles, which can also be embedded into standardized image and document-formats (e.g. JPEG, TIFF or PDF). By using today's color management applications nobody has to worry about problems of the pre-colormanagement era, such as the green on the display changes into a blue on the print. Even if there is still room for improvement, the success story of such so-called metameric color management systems is so impressive that one could believe that all color-reproduction problems can be solved in near future by simply enhancing existing systems.

This indeed is a misapprehension. There are systematic limitations of metameric image reproduction systems, which cannot be overcome. Today's professional systems are close to these limits and it is unlikely that increasing the effort of improving these systems can result in a noticeable improvement of the color reproduction.This can be seen as a diminishing returns problem of metameric reproductions. But are today's color reproduction systems not sufficient?

Yes and no! Yes, because for the majority of applications a highly accurate color reproduction is not necessary. Other factors are more important, such as preferred aesthetic manipulations. Moreover, the original scene is mostly not available, so that a direct comparison between original and reproduction is not possible. Since color discrimination from memory is much worse than from direct comparisons the accuracy level of the metameric reproduction system is mostly within the tolerance bounds of observers. However, for some applications metameric reproduction systems are not sufficient.

This is the case when color reproduction accuracy is highly important and simultaneously the viewing conditions are not known in advance or are changing. Under these circumstances the limitations of metameric reproductions are exceeded and it is unlikely that a metameric reproduction is able to meet the needs of the applications, which are for instance: artwork reproduction, proofing of print presses and highly accurate industrial color communication.

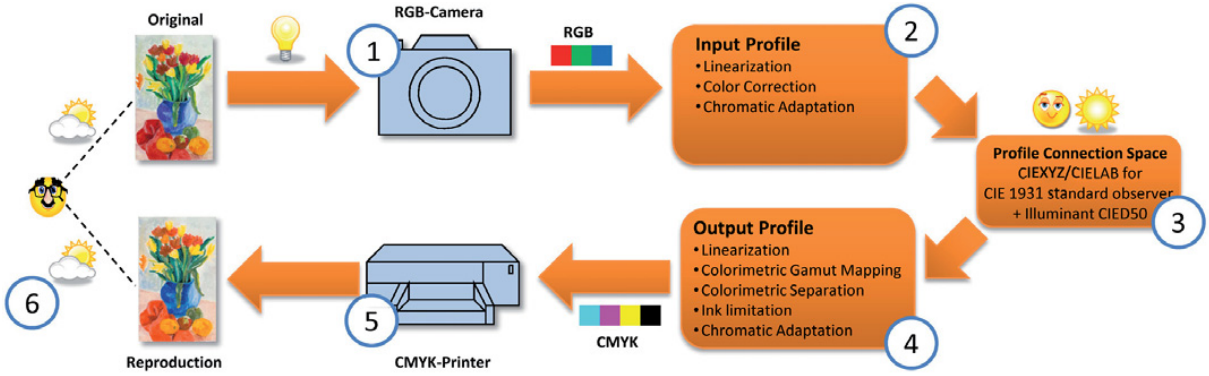


Figure 1. Metameric image reproduction workflow according ICC standard.

For these applications it is desired that original and reproduction match under multiple viewing conditions, ideally under all viewing conditions, which implies a spectral agreement between original and reproduction. Such a reproduction is called spectral reproduction. The structure of a spectral reproduction workflow, from image acquisition to print, will be discussed in this paper. The example of a spectral reproduction system developed at the Munsell Color Science Laboratory (MCSL) will be described including colorimetric results. In order to understand the advantages of such a system I will begin with a short investigation of systematic limitations of the typical metameric ICC workflow.

II. LIMITATIONS OF THE COLORIMETRIC ICC-BASED REPRODUCTION

Figure 1 shows a block diagram of a typical ICC color reproduction workflow. The systematic color reproduction errors that can typically be observed are a combination of errors that arise at each component of the system. Therefore, each component of the system will be investigated with regard to its potential error source:

1. Camera/Scanner System: The majority of today's camera or scanner systems is trichromatic. Capturing a continuous reflectance spectrum results in only three digital counts. For this reason a lot of information is lost and different reflectances can result in the same sensor response, i.e. the acquisition system cannot discriminate these colors. The effect is called device metamerism and would be not a major problem, if the same colors could not be distinguished by a human observer. Unfortunately, nearly no device is so-called colorimetric, which means that human color matching functions (CMF) are linearly dependent from system sensitivities (see Luther-Ives condition [3, 4]). As a consequence, colors that cannot be distinguished by the device are distinguishable by a human observer under the same viewing conditions. It becomes impossible to reproduce these colors accurately.

2. Input Profile: The input color profile describes the transformation from camera digital counts (RGB) into the profile connection space (CIEXYZ, CIELAB for illuminant CIED50 and CIE 1931 standard observer). This transformation is again not unambiguous since the acquisition illuminant (e.g. fluorescent for usual scanners) differs from CIED50 of the profile connection space (PCS). Even if the camera is colorimetric, so that a linear transformation between camera sensitivities and CMF exists, the difference in illumination could cause major problems due to illuminant metamerism. Colors that cannot be distinguished by the camera under the acquisition illuminant may be distinguishable by the CIE 1931 standard observer under CIED50 and vice versa. These issues are similar to an additional information loss in our color reproduction chain. A common problem frequently observed in practice is that the acquisition illuminant, for which the input profile was created, is not stable (outdoor capturing, unstable light source). Using the same input profile in such variable acquisition environment is a common error source in practical applications.

3. Profile Connection Space (PCS): The PCS (CIEXYZ, CIELAB) is designed for illuminant CIED50 and the CIE 1931 standard observer. It is very unlikely that a real illuminant and observer agree with this standard, so that problems related to illuminant and observer metamerism (i.e. different spectral stimuli appear similar for the CIE 1931 standard observer but can be distinguished by a real observer and vice versa) are predefined.

4. Output Profile: The output printer profile describes the transformation between the PCS and the control values of the printing device (CMY, CMYK, etc.). If the print has to be adjusted to the original for an illuminant different than the PCS's CIED50, similar problems related to illuminant metamerism occur as described above and an additional information loss is possible. There are a lot of colorimetric redundancies for printers with more than three colorants (e.g. CMYK), i.e. the same CIEXYZ color (for the output illuminant) can be printed using various ink combinations. The profile has to pick one of these possible ink combinations based on criteria such as gray component replacement (GCR) or under color removal (UCR). Such metameric separations (ideally) result in equal colors under the output illuminant, but correspond to different colors in case the illuminant changes. There is not enough information in a metameric workflow to pick the separation in a way that the final print mimics the original under multiple illuminants.

5. Printing Systems: The majority of today's printers uses CMY or CMYK inks. The set of possible colors that can be reproduced by such a device and their spectral variability is relatively small compared to all colors that can be found in our environment. Gamut mapping algorithms can reduce the perceptual difference between original and reproduction. A perfect reproduction, however, even if adjusted only to a specific illuminant and observer, is often impossible. Not to mention the small spectral variability of a CMY or CMYK ink set that generally does not allow reproductions that match under multiple illuminants.

6. Viewing Conditions: Metameric reproductions are adjusted to specific viewing conditions, i.e. a specific illuminant and observer. These constraints allow a (often sufficient) reproduction with a minimal amount of means (trichromatic devices). Unfortunately, real observers differ from the CIE 1931 standard observer and the spectral power distribution of a real light source does not agree with CIED50, even if a light booth is used. Therefore, a metameric mismatch between reproduction and original is possible under real viewing conditions. Another problem is the static adjustment to single viewing conditions. If the viewing conditions are unknown in advance or are changing the metameric match falls also apart.

III. WHAT NEEDS TO BE CHANGED?

The main problems of a metameric workflow result from the reduction of high dimensional spectral signals to only three dimensions. To avoid this information loss much more independent channels are required to capture the scene. The resulting multispectral camera responses have to be transformed into a device independent space (similar concept as the PCS for the ICC) to allow a reproduction or further processing without the knowledge of the input device (open system architecture). To preserve the captured information the device independent space has to have more than three dimensions as well. In addition to the regular spectral space various other spaces have been developed, such as LABPQR [5, 6] or multi-illuminant color spaces. On the printing side more colorants than the usual CMYK have to be used. This is the precondition for a large spectral gamut (all spectra that are reproducible by the printing system) and shall ensure that the acquired information can be reproduced without any loss. It should be noted that in practice a trade-off between spectral reproduction accuracy and system complexity is necessary. Due to the higher dimensionality of spaces (device dependent and independent) the inter-space transformations cannot be practically described by ICC-like color lookup tables since the memory usage to store the lookup tables increases exponentially with the domain space dimension. For this reason, the intention is to satisfy the colorimetric and spectral accuracy needs of the given application with only a minimal number of colorants and camera channels. Much research was already conducted to find the optimal number of channels and to determine the spectral characteristics of camera spectral sensitivities [7] or ink sets [8, 9]. In case the set of input reflectances is known a priori, e.g. the output of an offset-press in a spectral proofing application, these parameters can be adjusted to the special application. For some applications the number of necessary channels is very high (e.g. reproduction of artwork that includes many different pigments). In this case the number of necessary channels for input and output devices is simply too high for a universal spectral reproduction system. Therefore, some of the systematic problems may only be reduced and not completely solved. Particularly, the limited spectral gamut of printing devices (even if a large variety of colorants is used) does generally not allow an error-less reproduction.

IV. THE SPECTRAL END-TO-END REPRODUCTION WORKFLOW

Figure 2 shows the general concept of a spectral end-to-end reproduction system. The basic difference of the spectral workflow compared to the metameric workflow is the processing of much higher-dimensional signals, which requires completely different algorithms for characterization, separation or gamut mapping.

A. Multispectral Cameras

There are many ways to increase the channel number of acquisition devices. Using a filter wheel or a liquid crystal filter in front of a sensor are two possible ways for capturing still scenes. For video capturing other approach are more appropriate such as replacing the color filter array with an array that utilizes more than three filters or to use a direct image sensor. Another way is to utilize a beam splitter that allows the usage of multiple sensor/filter combinations simultaneously. Combinations of these methods are also in practical use. For high resolution scanning a diffraction grating can be used to disperse a scan-line onto a rectangular CCD, capturing spatial information in one dimension and spectral information in the other.

B. Camera Response Processing

Starting with a multi-channel acquisition the linearized camera responses have to be transformed into a high dimensional device-independent space (e.g. a spectral or multi-illuminant space). Various methods have been developed for this purpose, which can be classified into two basic categories:

Target-based methods and model-based methods. The basic strategy of all these methods is to use as much information as possible of the underlying capture process. Target-based methods use captured colors with known reflectances in order to construct a response-to-reflectance transformation and apply this transformation on other captured images [10, 11, 12]. The training target needs to be chosen very carefully and has to include representative spectra of the processed images. The main advantage of this class of methods is that a prior knowledge of the acquisition illuminant and device model parameters is not necessary. The main drawback is the high dependency of the spectral and colorimetric accuracy on the target choice [13]. Model-based methods use the mathematical model of the input device and the acquisition illuminant to calculate response-to reflectance transformations. The model is a predicting function from reflectance space to camera responses and needs to be inverted. Unfortunately, this is an ill-posed problem even for acquisition systems utilizing many channels, since continuous reflectance curves have to be estimated from discrete camera responses. Additional assumptions need to be utilized to improve the spectral and colorimetric accuracy of the pure mathematical Pseudoinverse solution. Such assumptions can be a low dimensional liner [14] or non-linear model [15] of reflectances, smoothness properties of natural reflectances [16, 17, 18] or the distribution of reflectances and noise as used by the reflectance estimating Wiener filter. Also additional spectral spot measurements of the original using a spectrophotometer can be used [19] or the knowledge that the original is a print produced by a known printer [20, 21]. A relatively new approach is to utilize the correlation of neighboring pixel/reflectance for spectral estimation [22, 23]. In case the acquisition illuminant is unknown, model-based methods require an additional normalization step. The reconstructed spectra need to be normalized to illuminant CIE E (equal-energy radiator) using a captured and spectrally known white reference.

C. Spectral Printing

The transformation from spectral reflectances to printer control values can be divided into three main parts: 1. Spectral gamut mapping, 2. Spectral printer model inversion and 3. Ink limitation.

1) Spectral gamut mapping

Spectral gamut mapping describes the transformation of non-reproducible reflectances into the spectral printer gamut. Such a transformation has to consider properties of human color vision in order to minimize the perceptual difference between original and reproduction subject to device limits. In contrast to a metameric workflow, perceptual image differences have to be minimized under multiple illuminants and for different observers. The main problem is the size of the spectral printer gamut, which is many dimensions smaller than the space of natural reflectances (a lower bound can be determined through analysis of various spectral databases [24]). Therefore, nearly each given reflectance is out of spectral gamut and needs to be modified in order to become printable.

A fundamental problem is the definition of an appropriate objective function that has to approximate the perceptual difference in a space that has many more dimensions than the three-dimensional cone response space of the observer. One approach is to define metrics in spectral space [25, 26].

Another one is to use a lower dimensional representation of spectra, so that the first three dimensions agree with a perceptual space (for a specific observer and illuminant) and the remaining dimensions describe the metameric black space [5, 27, 6, 28]. A spectral gamut mapping within such a space is a perceptual mapping (traditional gamut mapping [29]) within the first three dimensions and a spectral mapping within the metameric black space [30]. In a recent approach multiple perceptual spaces (for different illuminants and a specific observer) are combined to a multi-illuminant perceptual space.

For the three dimensions corresponding with the application's most important illuminant a traditional gamut mapping is performed. For all other illuminants colors are mapped onto metamer mismatch spaces (see [31]) by means of colorimetric criteria [32, 33].

2) Spectral Printer Model Inversion

The result of the spectral gamut mapping is a reproducible distorted image. In order to print this image device control values have to be calculated from the spectral data. This so called spectral-based separation requires the fast inversion of a spectral printer model, which is a predicting function from control value space to spectral space. Many different spectral printer models have been developed in the past. An overview of physical, empirical or hybrid models is given by Wyble and Berns [34]. A widely used printer model is the Yule-Nielsen Spectral Neugebauer (YNSN) model [35, 36, 37] and its cellular extension [38] the cellular Yule-Nielsen spectral Neugebauer (CYNSN) model. This particular model is of practical interest because it combines simplicity and accuracy with a reasonable effort of necessary measurements to fit the model to the actual printer. Many modifications are propose to improve the model's accuracy or to decrease the number of measurements [39, 40]. Since an analytical inversion of the model is not possible, standard mathematical optimization methods were used [41, 42, 43] or inversion techniques were developed, which are especially adapted to the problem [44, 45, 46]. It has to be noted that a pixel-wise treatment of the optimization can result in some problems due to spectral redundancies [47]. Nearly similar neighboring reflectances can result in completely different control values and as a consequence to undesired color shifts in the final print. Therefore, it is important to add spatial constraints to the optimization. Another approach is to limit the number of overprints of an multi-ink printer. A printer that uses the CMYK ink set and is limited to three overprints for instance, can be seen as the combination of 4 printers with the ink sets: CMY, CMK, CYK and MYK. To model a six-channel printer Tzeng and Berns [48] used this approach by restricting the maximal number of overprints to four including the black ink, which results in ten ink subsets. Fitting ten 4-dimensional submo-

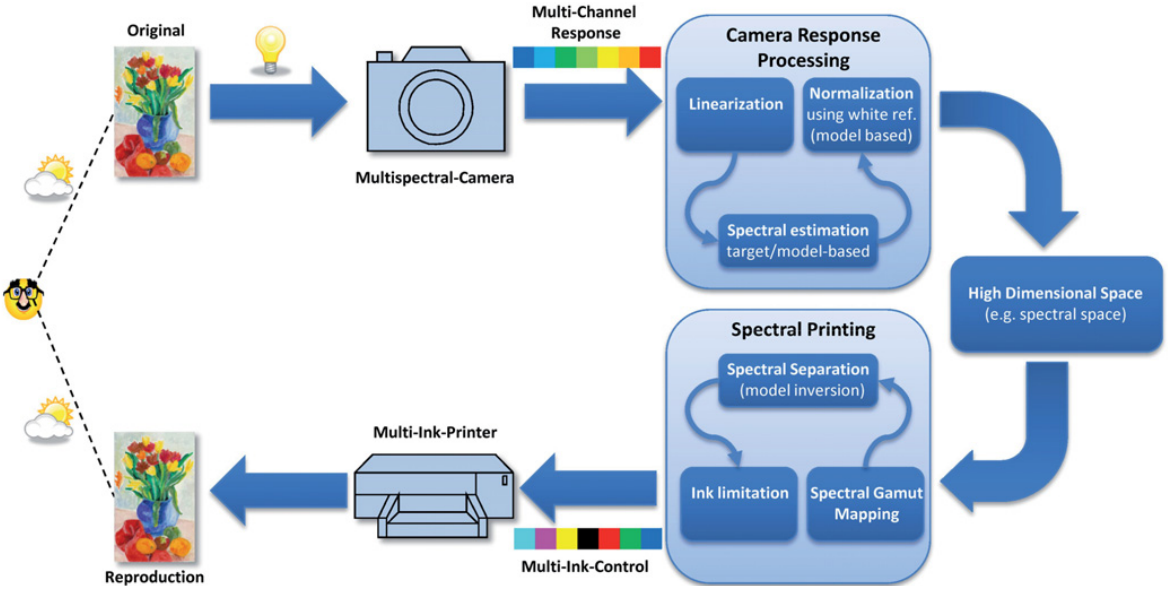


Figure 2.Concept of a spectral image reproduction workflow

dels requires much less measurements than fitting a 6-dimensional model with similar spectral and colorimetric accuracy. Based on this idea a separation method has been developed that combines the spectral gamut mapping and model inversion in a single step [32]. The method utilizes the color just noticeable distance (JND) of the human visual system (HVS) as well as the high quantization of typical printing devices [49] to perform a discrete optimization within the union of all ink subsets. The objective is the selection of ink combinations that fulfill colorimetric criteria in a multi-illuminant perceptual space.

3) Ink Limitation

Exceeding a paper-dependent physical threshold of inkcoverage results in visual artifacts such as ink bleeding.Therefore, ink limitation is an important part of the multi-ink printing process where the theoretical maximum ink coverage(which is nx100% for a n-ink printer) is usually far above the physical threshold. Various ink limitation strategies have been developed and included in metameric printing solutions, which can also be used for the spectral workflow. Such ink limitation techniques can be part of the printer model [39] or can be performed outside the separation process [50], as shown in figure 2. In order to dissociate the ink limitation part from the
separation process the printer model has to be fitted on already ink limited target colors. Hence, from the perspective of the printer model, the physical threshold of ink coverage agrees with the theoretical maximum ink coverage and the output of the separation need to be ink limited in a similar way as the target colors, e.g. by a multi-linear approach [50].

V. AN EXAMPLE OF A SPECTRAL END-TO-END REPRODUCTION SYSTEM

In order to reproduce artwork a spectral end-to-end reproduction system was developed at the Munsell Color Science Laboratory (MCSL), which is part of the Rochester Institute of Technology (NY, USA). Commercial devices were used to the greatest extent to keep costs low. Figure 3 shows the setup of the system for a Canon 5D camera and a Canon image PROGRAF iPF5000 printer. The camera was modified by removing the NIR blocking filter and by mounting a filterwheel with two custom filters (blue and yellow) in front of the lens. These modifications result in six different channels within the visible wavelength range. The printer was controlled by the Onyx Production House RIP as a seven channel CMYKRGB-printer (no custom inks were used). As printing medium Felix Schoeller's proofing paper (H74261) was used, which does not include optical brightener. The maximal number of overprints was set to four including the black ink, so that 20 CYNSN-submodels were used to model the printer. 7725 training colors were printed and measured using the X-Rite Eye-One ISIS (approx 30 min.) to fit all submodels with an average spectral RMS accuracy of

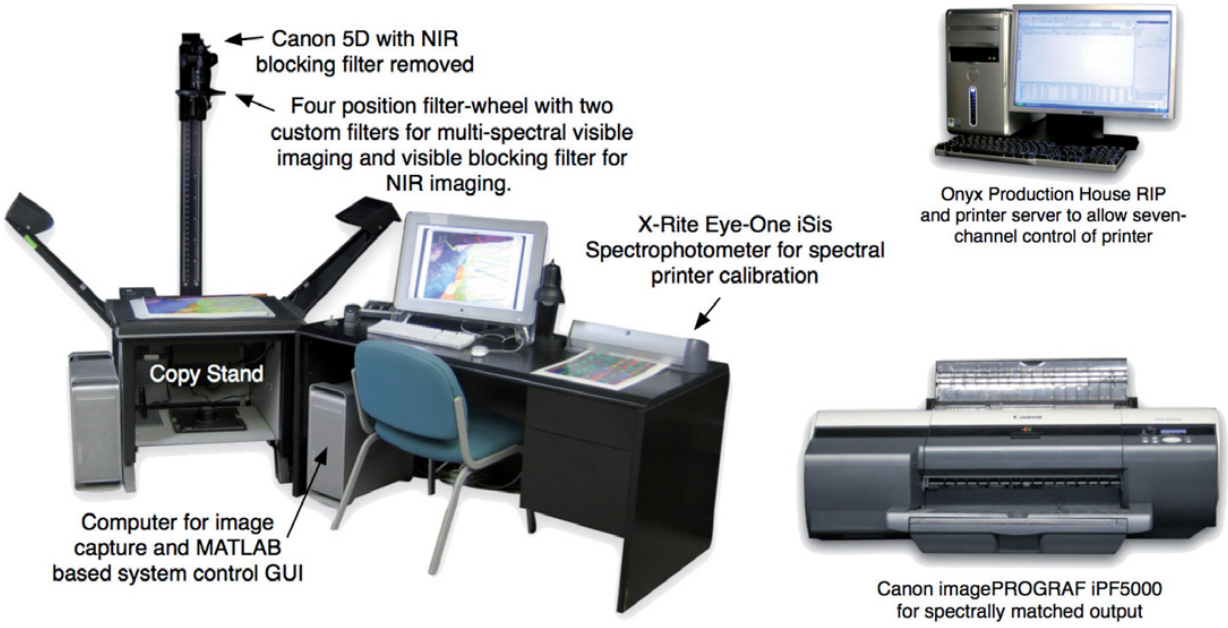

Canon 5D with NIR blocking filter removed
Four position filter-wheel with two custom filters for multi-spectral visible imaging and visible blocking filter for NIR imaging.
X-Rite Eye-One iSis Spectrophotometer for spectral printer calibration
Onyx Production House RIP and printer server to allow seven-channel control of printer
Copy Stand
Computer for image capture and MATLAB based system control GUI
Canon imagePROGRAF iPF5000 for spectrally matched output

Figure 3. Spectral end-to-end reproduction system developed at the Munsell Color Science Laboratory.

Figure 4. A painting and its spectral reproduction compared under two different illuminants.

2% and an average CIEDE2000 error below 1 for multiple illuminants. The reproduction software was written in MATLAB and in C++ and allows a simple plug in of image registration, spectral estimation and separation methods. Since the artists' paint palette was known approximately, a target approach for reflectance estimation was used [11]. Spectral gamut mapping and spectral-based separation were performed according to Urban et al. [32]. Figure 4 shows a painting juxta posed with its reproduction under two different illuminants. The table shows some quantitative colorimetric results for the Color Checker (CC) and for a target (T100) utilizing 100 different pigment-combinations (this target was also used by the spectral estimation method). The MCSL-system is a trade-off between accuracy and complexity. With only six input channels and seven output channels a perfect spectral reproduction is generally impossible. Nevertheless, it improves colorimetric results of metameric reproductions significantly and demonstrates that a multiple-illuminant-match is achievable utilizing today's commercial devices with marginal modifications. Due to the open system architecture other input and output devices can be used for the reproduction, e.g. a modified Sinarback 54 digital camera or the HP Designjet Z3100 Photo printer. For this specific setup, results can be found in Berns et al. [33] containing a detailed analysis of each submodule.

TABLE I. CIEDE 2000 RESULTS

Target	CIE D65			CIE A		
	Mean	Std	Max	Mean	Std	Max
T 100	2.0	0.8	3.7	2.7	1.0	5.8
CC	1.7	0.8	4.1	2.2	1.2	5.9

T100=Target with 100 different pigment combinations; CC=Color Checker

VI. CONCLUSION

Color management according to the ICC-standard is used successfully in many imaging applications worldwide. For distinct applications, however, where the viewing conditions are unknown or are changing in time, such as artwork reproduction, proofing or highly accurate industrial color communication, metameric reproduction systems are insufficient. The reasons are systematic problems related to device, illuminant and observer metamerism, which are directly related to the information loss corresponding with trichromatic devices and a three-dimensional profile connection space. The solution of these problems is spectral reproduction, which requires the use of more dimensions throughout the whole reproduction chain and completely new algorithms for characterization, separation and gamut mapping. The spectral reproduction workflow is typically a trade-off between accuracy and complexity. Starting with the image acquisition using a multi-spectral camera the sensor responses have to be transformed into a higher-dimensional device independent space (e.g. a spectral space or a multi-illuminant perceptual space) in order to allow a reproduction independent of the knowledge of the input device (Open System Architecture).

From this space the data need to be transformed into the spectral gamut of the printer by a spectral gamut mapping method and further processed by a separation and ink limitation algorithm in order to obtain suitable control values for the multi-ink printer.

A prototype developed at the Munsell Color Science Laboratory shows a spectral end-to-end reproduction system based on slightly modified commercial devices. Within the limits of the devices this system allows a reproduction that matches with the original under multiple illuminants. Many modules of such a reproduction system are still an active research field, particularly the spectral gamut mapping. Therefore, improvements not only on the device side can be expected in future

ACKNOWLEDGMENT

My special thanks go to Roy S. Berns, Lawrence A. Taplin and the whole Munsell Color Science Laboratory for helpful and important advice. The work was supported by Canon, HP, Felix Schoeller, Onyx Graphics and the German Research Foundation.

REFERENCES

[1] [1] ICC. File Format for Color Profiles. http://www.color.org, 4.0.0 edition, 2002.

[2] B. Hill. (R)evolution of Color Imaging Systems. In CGIV, pages 473– 479, Poitiers, France, 2002. IS&T.

[3] R. Luther. Aus dem Gebiet der Farbreizmetrik. Zeitschrift für technische Physik, 8:540–558, 1927.

[4] H. E. Ives. The transformation of color-mixture equations from one system to another. J. Franklin Inst., 16:673–701, 1915.

[5] Th. Keusen. Multispectral color system with an encoding format compatible with the conventional tristimulus model. Journal of Imaging Science and Technology, 40:510–515, 1996.

[6] M.W. Derhak and M.R. Rosen. Spectral Colorimetry using LabPQR - An Interim Connection Space. Journal of Imaging Science and Technology, 50:53–63, 2006.

[7] M.J. Vrhel and H. J. Trussell. Optimal color filters in the presence of noise. IEEE Trans. Image Processing, 4:814–823, 1995.

[8] D.-Y. Tzeng and R. S. Berns. Spectral-Based Ink Selection for Multiple-Ink Printing I. Colorant Estimation of Original Objects. In IS&T/SID, pages 106–111, Scottsdale Ariz.,1998.

[9] D.-Y. Tzeng and R. S. Berns. Spectral-Based Ink Selection for Multiple-Ink Printing II. Optimal Ink Selection. In IS&T/SID, pages 182–187, Scottsdale Ariz., 1999.

[10] F. H. Imai and R. S. Berns. Spectral estimation using trichromatic digital cameras. In Intl. Sym. Multispectral Imaging and Color Reproduction for Digital Archives, pages 42–49, Chiba University, 1999.

[11] Y. Zhao and R. S. Berns. Image-based spectral reflectance reconstruction using the matrix R method. Color Research and Application, 32(5):343–351, 2007.

[12] C. Li and M. R. Luo. A novel approach for generating object spectral reflectance functions from digital cameras. In IS&T/SID, pages 99–103, Scottsdale Ariz., 2005.

[13] M. Mohammadi, M. Nezamabadi, R. Berns, and L. Taplin. Spectral imaging target development based on hierarchical cluster analysis. In IS&T/SID, 12th Color Imaging Conference, pages 59–64, Scottsdale Ariz., 2004.

[14] L. T. Maloney and B. A. Wandell. Color constancy- A method for recovering surface spectral reflectance. Optical Society of America, Journal, A: Optics and Image Science, 3:29–33, 1986.

[15] J. M. DiCarlo and B. A. Wandell. Spectral estimation theory: beyond linear but before Bayesian. Journal of the Optical Society of America A, 20(7):1261–1270, 2003.

[16] C. Li and M. R. Luo. The estimation of spectral reflectances using the smoothness constraint condition. pages 62–67, Scottsdale Ariz., 2001.

[17] V. Cheung, S.Westland, C. Li, J. Hardeberg, and D. Connah. Characterization of trichromatic color cameras by using a new multispectral imaging technique. Journal of the Optical Society of America A, 22(7):1231–1240, 2005.

[18] P. Morovic and G. D. Finlayson. Metamer-set-based approach to estimating surface reflectance from camera RGB. Journal of the Optical Society of America A, 23(8):1814–1822, 2006.

[19] Y. Murakami, K. Ietomi, M. Yamaguchi, and N. Ohyama. Maximum a posteriori estimation of spectral reflectance from color image and multipoint spectral measurements. Applied Optics, 46(28):7068–7082, 2007.

[20] G. Sharma. Targetless scanner color calibration. Journal of Imaging Science and Technology, 44:301–307, 2000.

[21] G. Sharma. Set theoretic estimation for problems in subtractive color. Color Research and Application, 25:333–348, 2000.

[22] Y. Murakami, K. Fukura, M. Yamaguchi, and N. Ohyama. Color reproduction from low-SNR multispectral images using spatio-spectral Wiener estimation. Optics Express,16(6):4106–4120, 2008.

[23] R. S. Berns P. Urban, M. R. Rosen. A Spatially Adaptive Wiener Filter for Reflectance Estimation. In IS&T/SID, 16th Color Imaging Conference, Portland, Oregon (to appear), 2008.

[24] J. Y. Hardeberg. On the spectral dimensionality of object colours. In CGIV, pages 480–485, Poitiers, France, 2002. IS&T.

[25] F. H. Imai, M. R. Rosen, and R. S. Berns. Comparative study of metrics for spectral match quality. In CGIV, pages 492–496, Poitiers, France, 2002. IS&T.

[26] J. A. S. Viggiano. Metrics for evaluating spectral matches: A quantitative comparison. In CGIV, pages 286–291, Aachen, Germany, 2004. IS&T.

[27] M.R. Rosen and M.W. Derhak. Spectral Gamuts and Spectral Gamut Mapping. In Spectral Imaging: Eighth International Symposium on Multispectral Color Science, San Jose, CA, 2006. SPIE.

[28] S. Tsutsumi, M.R. Rosen, and R.S. Berns. Spectral Reproduction Using LabPQR: Inverting the Fractional-Area-Coverage-to-Spectra

Relationship. In ICIS, pages 107–110, Rochester, NY, 2006. IS&T.
[29] J. Morovic. Color Gamut Mapping. John Wiley & Sons, 2008.
[30] S. Tsutsumi, M. R. Rosen, and R. S. Berns. Spectral Gamut Mapping using LabPQR. Journal of Imaging Science and Technology, 51(6):473, 2007.
[31] G. Wyszecki and W.A. Stiles. Color Science: Concepts and Methods,Quantitative Data and Formulae. John Wiley & Sons, inc., 2 edition, 2000.
[32] P. Urban, M. R. Rosen, and R. S. Berns. Spectral Gamut Mapping Framework Based on Human Color Vision. In CGIV, pages 548–553, Barcelona, Spain, 2008.
[33] R. S. Berns, L. Taplin, P. Urban, and Y. Zhao. Spectral Color Reproduction of Paintings. In CGIV, pages 484–488, Barcelona, Spain, 2008.
[34] D. R. Wyble and R. S. Berns. A Critical Review of Spectral Models Applied to Binary Color Printing. Color Research and Application, 25:4–19, 2000.
[35] H. E. J. Neugebauer. Die theoretischen Grundlagen des Mehrfarbenbuchdrucks. Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie [translation in [51]], 36:73–89, 1937.
[36] J. A. C. Yule and W. J. Nielsen. The penetration of light into paper and its effect on halftone reproduction. In Tech. Assn. Graphic Arts, volume 4, pages 65–76, 1951.
[37] J.A.S. Viggiano. The Color of Halftone Tints. In TAGA Proceedings, pages 647–661, 1985.
[38] K. J. Heuberger, Z. M. Jing, and S. Persiev. Color transformations from lookup tables. In TAGA Proceedings, pages 863–881, 1992.
[39] Y. Chen, R. S. Berns, and L. A. Taplin. Six color printer characterization using an optimized cellular Yule-Nielsen spectral Neugebauer model. Journal of Imaging Science and Technology, 48:519–528, 2004.
[40] T. Bugnon, M. Brichon, and R.D.Hersch. Simplified ink spreading equations for CMYK halftone prints. In Proceedings of SPIE, volume 6807, page 680717. SPIE, 2008.
[41] S. Zuffi and R. Schettini. Spectral-Based Printer Characterization. In CGIV, pages 598–602, Poitiers, France, 2002. IS&T.
[42] L. A. Taplin. Spectral Modeling of a Six-Color Inkjet Printer, MSc.thesis. RIT, NY, 2001. MSc. thesis. RIT, NY, 2001.
[43] D.-Y. Tzeng. Spectral-Based Color Separation Algorithm Developed for Multiple-Ink Color Reproduction. PhD thesis.
[44] P. Urban and R.-R. Grigat. Spectral-Based Color Separation using Linear Regression Iteration. Color Research and Application, 31:229–238, 2006.
[45] P. Urban, M. R. Rosen, and R. S. Berns. Accelerating Spectral-BasedColor Separation within the Neugebauer Subspace. Journal of Electronic Imaging, 16:043014, 2007.
[46] P. Urban, M. R. Rosen, and R. S. Berns. Fast Spectral-Based Separation of Multispectral Images. In IS&T/SID, 15th Color Imaging Conference,pages 178–183, Albuquerque, New Mexico, 200 7.
[47] M. R. Rosen, E. F. Hattenberger, and N. Ohta. Spectral redundancy in a six-ink ink jet printer. Journal of Imaging Science and Technology, 48:194–202, 2004.
[48] D.-Y. Tzeng and R. S. Berns. Spectral-Based Six-Color Separation Minimizing Metamerism. In IS&T/SID, pages 342–347, Scottsdale Ariz., 2000.
[49] G. Gonzalez, T. Hecht, A. Ritzer, A. Paul, J.-F. Le Nest, and M. Has. Color management: How accurate need it be? Recent Progress in Color Management and Communications, pages 24–29, 1998.
[50] P. Urban. Reproduktion von Multispektralbildern mit autotypischer Farbmischung. In 13. Workshop Farbbildverarbeitung, pages 31–42, Koblenz, Germany, 2007.
[51] H. E. J. Neugebauer. The Theoretical Basis of Multicolor Letterpress Printing (Translated D. Wyble and A. Kraushaar). Color Research and Application, 30:322–331, 2005.

Dr.-Ing. Gert Schlegel
Experimentelle Untersuchungen zu Farbfilmbildungsprozessen in Sprühfarbwerken von Offsetdruckmaschinen

geboren 1976 in Karl-Marx-Stadt/Chemnitz, 1996 Abitur, 1997 beginn Studium an der TU Chemnitz im Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Hauptstudium mit der Vertiefung „Konstruktion im Allgemeinen Maschinenbau“, 2003 Abschluss als Diplomingenieur für Maschinenbau mit dem Diplomthema: „Untersuchungen zum Sprühverhalten von Heatsetfarben für den Offsetdruck“, 2009 Abschluss als Doktoringenieur mit dem Dissertationsthema „Experimentelle Untersuchungen zu Farbfilmbildungsprozessen von Sprühfarbwerken in Offsetdruckmaschinen“. Auslandsaufenthalt: 1998 Bay Zoltán Institut für Materialforschung Budapest, 2000 Durchführung des 6. Semesters an der ETH Zürich, 2000 Durchführung des Praktikumssemesters in Dalstorp (Schweden) bei Claas Johannsson

Kurzfassung der Dissertation

Die Dissertation liefert Grundlagen zur Entwicklung eines neuartigen Farbwerkes für Offsetdruckmaschinen. Basierend auf den experimentellen Untersuchungen zum rheologischen Verhalten der verwendeten Versuchsfarbe und zu ihrem Zerstäubungsverhalten wird der Farbfilmbildungsprozess aus zerstäubter Offsetdruckfarbe experimentell bestimmt. Der Farbfilmbildungsprozess wird anschließend rechnergestützt simuliert und die Ergebnisse mit den experimentell gewonnenen Daten verglichen. Abschließend wird ein erstes Sprühfarbwerkskonzept an einer Labordruckmaschine umgesetzt und die damit hergestellten Druckproben mit Druckproben des konventionellen Walzenfarbwerks der gleichen Druckmaschine verglichen. Die Ergebnisse weisen die prinzipielle Eignung eines Sprühfarbwerks in einer Offset-druckmaschine nach.
Die vollständige Dissertation kann unter: http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2009/0036 als pdf heruntergeladen werden.

1. Einleitung

Sinkende Auflagenhöhen in der Druckindustrie erfordern eine stetige, technische Weiterentwicklung der Offsetdruckmaschinen im Allgemeinen und stellen hohe Anforderungen an die in Druckmaschinen enthaltenen Farbwerke im Besonderen. Es werden Farbwerke verlangt, die reaktionsschnell sind, schnell einen stationären Betriebszustand erreichen, eine hohe Wiederholgenauigkeit aufweisen und wenig Makulatur produzieren.

In der Praxis gibt es daher vielfältige Bauformen von Farbwerken für Offsetdruckmaschinen. In der vorliegenden Promotionsschrift werden die Vorteile ausgewählter, typischer Konstruktionsprinzipien hinsichtlich ihrer Einsatzgebiete analysiert. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein neuartiges Farbwerkskonzept für Offsetdruckmaschinen zu erarbeiten, eine erste konstruktive Lösung zu entwickeln und ein Parameterfenster für den praktischen Einsatz in einer Rollenoffsetdruckmaschine zu bestimmen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der experimentellen Untersuchung und computergestützten Bestimmung der Farbfilmbildungsprozesse, sowie der experimentellen Ermittlung der dafür notwendigen Eingangsgrößen der verwendeten Druckfarbe. Abschließend wird das neuartige Farbwerk in eine Labordruckmaschine integriert, der Funktionsnachweis erbracht und Aussagen über die Druckqualität getroffen.

2. Farbwerke in Offsetdruckmaschinen

Entsprechend den vorgesehenen Anwendungen (Zeitungsdruck bis hin zu hochwertigen Broschüren) wurden unterschiedliche Farbwerke entwickelt, die in verschiedenen Offsetdruckmaschinen eingesetzt werden. Offsetfarbwerke werden prinzipiell in zwei Kategorien unterteilt. Zum einen gibt es die klassischen Walzenfarbwerke (Heber- oder Filmfarbwerke), auch Langfarbwerke genannt und zum anderen die Kurzfarbwerke.

Walzenfarbwerke, auch als Langfarbwerke bezeichnet, sind durch eine Vielzahl von Walzen zur Vergleichmäßigung des Farbfilms gekennzeichnet. Die unterschiedlichen Farbwerkswalzen weisen zumeist ein irrationales Durchmesserverhältnis auf, da die durch das Druckbild entstehende, rücklaufende Struktur abgebaut und vergleichmäßigt werden muss. Langfarbwerke sind dadurch gekennzeichnet, dass sie mehr als eine Farbauftragswalze mit, bezogen auf den Durchmesser des

Plattenzylinders, geringerem Durchmesser aufweisen. Sie setzen sich aus bis zu zwanzig Walzen zusammen. Diese große Zahl ist erforderlich, um einen streifenfreien, möglichst gleichmäßigen Farbfilm vom Druckanfang bis zum Druckende in der erforderlichen Stärke zu erreichen. Durch die hohe Anzahl an Spaltstellen weisen Langfarbwerke eine hervorragende Einfärbequalität auf, die zu sehr guten Druckergebnissen führt. Die benötigte Farbe wird verbrauchsabhängig zonenweise nachgeliefert. Die zonenweise, eindimensionale Farbsteuerung in Langfarbwerken ist notwendig, damit die unterschiedliche zonale, sujetabhängige Farbabnahme der Druckform ausgeglichen werden kann.

Kurzfarbwerke sind durch eine kurze, einfache Bauweise gekennzeichnet. Sie weisen ein schnelles Erreichen stationärer Zustände mit geringerem Makulaturanfall (im Vergleich zu Langfarbwerken) auf. Es erfolgt eine gleichmäßige, geschwindigkeitsunabhängige Farbdosierung. Im Vergleich zum Offsetdruck mit Walzenfarbwerken steht dem gegenüber eine geringere Druckqualität. Durch den Wegfall vieler Walzen werden die bewegten Massen und der Energieverbrauch reduziert. Jedoch ist kaum eine Farbregulierung während der Produktion möglich. Die Dosierung der Farbmenge erfolgt in engen Grenzen durch Erwärmung bzw. Abkühlung der Rasterwalze, wodurch diese mehr oder weniger Farbe überträgt. Es besteht Formatbindung, da die volle Walzenbreite eingefärbt wird, und es steht nur ein kleines Arbeitsfenster der Farb-Feuchtwasser-Balance zur Verfügung. Für verschiedene Druckaufträge mit ungleichem Farbbedarf müssen verschiedene Rasterwalzen mit unterschiedlichem Näpfchenvolumen verwendet werden. Neben den Kurzfarbwerken für den Nassoffsetdruck sind auch Kurzfarbwerke für das wasserlose Offsetdruckverfahren entwickelt worden. Bei diesen Farbwerken entfällt die Feuchtmittelzufuhr durch Feuchtwerke und damit auch das Problem der Einhaltung der Farbe-Feuchtmittel-Balance.

3. Eigener Ansatz

Das in der Arbeit entwickelte Sprühfarbwerkskonzept sieht den Farbeintrag in das Farbwerk durch Sprühen mit Hilfe von Zweistoffdüsen äußerer Mischung vor. Dadurch wird die Dosierung und Separation mechanisch vom Farbwerk entkoppelt. Somit wird verhindert, dass Rückwirkungen des Druckbilds oder mit Feuchtmittel versetzte, rückgespaltene Druckfarbe das Dosiersystem beeinträchtigen. Des Weiteren kann bei Mehrfarbenproduktionen noch nasse Druckfarbe nicht durch Rückspaltung in das Farbreservoir folgender Druckwerke gelangen. Außerdem entfällt der Farbkasten mit sämtlichen Dosierelementen. Bei hinreichend kleinen Steuerzeiten für die Ventile der Zerstäubungseinrichtung ergibt sich ein zusätzlicher Freiheitsgrad für die Einfärbung durch eine Farbdosierung in Druckrichtung. Folglich ist eine zweidimensionale Farbsteuerung denkbar (Abb. 1).

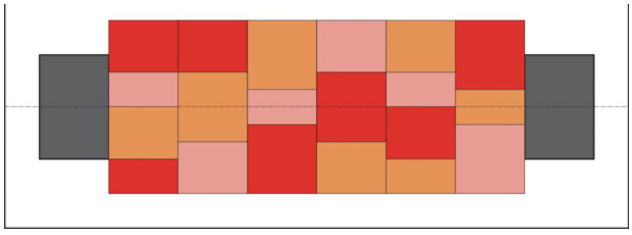


Abb. 1: Zweidimensional eingefärbte Übertragswalze/nach Maurer

In diesem Fall würde der Farbbedarf nicht mehr über die Fläche einer Farbzone integrierend errechnet, sondern könnte auch in dieser Dimension sujetabhängig erfolgen, wodurch Emulgierprobleme gelöst werden könnten. Durch die Möglichkeit der Aneinanderreihung von einzeln steuerbaren Düsen existieren theoretisch keine Grenzen für die Beschichtungsbreite. Es scheint möglich, den Vorteil der schnellen Reaktionsfähigkeit von Kurzfarbwerken mit dem Vorteil der zonalen Farbregelung von Langfarbwerken verbinden zu können. Im Rahmen dieser Arbeit soll u. a. der Nachweis erbracht werden, dass mit einem konzipierten Sprühfarbwerk im Labormaßstab (Druckbreite 140 mm) in Druckversuchen eine offsetdrucktypische Druckqualität erreicht wird.

4. Experimentelle Untersuchungen

Charakterisierung der Versuchsfarbe und Bestimmung der Sprüheigenschaften.Viskosität.

Der erste Untersuchungsgegenstand zur Charakterisierung der verwendeten Druckfarbe ist die Viskosität. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass sich eine sinkende Viskosität positiv auf die geforderten Zerstäubungseigenschaften der Druckfarbe auswirkt. Eine Verringerung der Viskosität kann auf verschiedene Arten und Weisen erreicht werden. In der vorliegenden Arbeit werden drei Möglichkeiten näher untersucht:

- Schergeschwindigkeit
- Temperatur
- Verflüssigung durch definierte Zugabe von Mineralöl

Im Ergebnis der Viskositätsuntersuchungen wird die Schlussfolgerung gezogen, dass es bei der Zerstäubung von Druckfarbe für die Ausbildung genügend kleiner Tropfen notwendig ist, die Druckfarbe auf bis zu 80 °C zu erwärmen, da der Einfluss der Temperatur auf die Viskosität und damit auf das sich bei der Zerstäubung ausbildende Tropfengrößenspektrum entscheidend ist. Eine Verringerung der Viskosität durch Verdünnung mit 6 % Mineralöl ist besonders bei Raumtemperatur für ein gleichmäßiges Fließen der Druckfarbe durch die unbeheizten Farbzuführschläuche zu den Zerstäuberdüsen hin von Vorteil.

Farbmassenstrom durch die Düsen

Trotz konstanten Versuchsparametern kommt es zu Massenstromunterschieden zwischen den einzelnen Düsen. Die Düsen liefern bei einer relativen Standardabweichung von 9,4 % im Mittel 3,58 g/min Farbe (bei 80 °C Farbtemperatur und 2 bar Druck am Materialdruckbehälter). Über unterschiedliche Öffnungszeiten der Düsen kann der unterschiedliche Farbmassenstrom durch die Düsen im Druckbetrieb ausgeglichen werden. Düsen, die etwas mehr Farbe liefern, werden zeitiger geschlossen, und Düsen, die etwas weniger Farbe fördern, bleiben eine diskrete Zeit länger offen. Um einen homogenen Farbfilm in der Druckmaschine auszubilden, werden die Düsen so angeordnet, dass sich die Sprühkegel benachbarter Düsen überlappen. Dadurch kommt es ebenfalls zu einer Vergleichmäßigung der Massenstromunterschiede. Die changierende Bewegung der zu besprühenden Farbwerkswalze, auf welcher der Farbfilm ausgebildet werden soll, leistet ebenfalls einen Beitrag zur Vergleichmäßigung des unterschiedlichen Farbangebotes. Aus Sicht des zum Drucken notwendigen Farbbedarfs, wird unter Berücksichtigung der Nutzung von acht Düsen für eine Druckbreite von 140 mm, die Schlussfolgerung gezogen, dass Düsen mit einem Öffnungsdurchmesser von 0,3 mm ausreichend viel Farbe zur Verfügung stellen (bei einer Farbtemperatur von 70 °C bis 80 °C). Weiterhin wird vermutet, dass Düsen mit einem Durchmesser von 0,3 mm kleinere Tropfengrößen liefern als Düsen mit einem Durchmesser von 0,5 mm, was für eine homogene Farbfilmbildung von Vorteil ist. Um dies zu verifizieren, werden nachfolgend die Eigenschaften des Farbsprühs experimentell untersucht.

Sprüheigenschaften

Die wichtigste Einflussgröße auf die Ausbildung eines möglichst homogenen Farbfilms auf einer zu besprühenden Walzenoberfläche in einer Druckmaschine ist die erreichbare Tropfengrößenverteilung im Sprüh. Es ist davon auszugehen, dass, je kleiner die Tropfen und je enger das Tropfengrößenspektrum im Sprüh sind, um so gleichmäßiger und schneller in der Druckmaschine ein verdruckbarer Farbfilm erzeugt werden kann. Als Maß für die Güte des Sprühs wurde der Sauterdurchmesser gewählt. Es wird eine Mindestzielgröße für den Sauterdurchmesser von $D_{3/2} = 20\ \mu m$ genannt, da eine Störstelle dieser Größenordnung im Farbwerk einer Druckmaschine durch 3 bis 4 Spaltstellen ausgeglichen werden kann. Das entspricht der verkürzten Farbwerkskonfiguration für das Sprühfarbwerk (siehe Abb. 5).

Aus diesen Ergebnissen der Tropfengrößenmessungen im Sprüh wird die Schlussfolgerung gezogen, dass für den Einsatz eines Sprühfarbwerks in einer Druckmaschine mit der Aussicht auf Ausbildung eines genügend gleichmäßigen Farbfilms im Temperaturbereich von 70 °C bis 80 °C unter Verwendung eines Düsendurchmessers von 0,3 mm gearbeitet wird, da bei diesen Versuchsparametern der Sauterdruchmesser 7 µm beträgt..

Aus den Ergebnissen der in diesem Kapitel angesprochenen Experimente werden für die Entwicklung eines Sprühfarbwerks die in Tabelle 1 zusammengefassten Arbeitsparameter vorgeschlagen

Zerstäubungsluftdruck	*p = 4 bar*
Farbtemperatur	*u = 80°C*
Düsendurchmesser	*d = 0,3 mm*
Axialer Düsenabstand	*b = 15 mm*
Abstand Düsen zur Walzenoberfläche	*a = 75 bis 100 mm*
Verdünnungsgrad der Druckfarbe	*VG = 6%*

Tabelle 1: Vorgeschlagene Arbeitsparameter eines Sprühfarbwerkes

Aus den Messungen der Tropfengrößen ergeben sich die Parameter im Moment der Zerstäubung (Farbtemperatur, Zerstäubungsluftdruck) sowie der gewählte Düsendurchmesser. Der Abstand der Düsen zur Walzenoberfläche wird auf 75 mm bis 100 mm festgelegt, da in diesem Bereich die mittlere Tropfengeschwindigkeit mit über 50 m/s für einen sicheren Farbeintrag in das Farbwerk genügend groß ist. Damit ergibt sich aus den Betrachtungen der Ausbildung eines homogenen Tropfenratenfeldes bei Nutzung mehrerer Düsen

parallel (mindestes fünffacher Abstand von der zu besprühenden Walzenoberfläche) der axiale Düsenabstand von 15 mm. Die Beimischung von 6 % Mineralöl zur Druckfarbe bewirkt ein gleichmäßigeres Fließen der Farbe durch die unbeheizten Farbzuführschläuche zu den Düsen auch bei Raumtemperatur.

Das vorgeschlagene Arbeitsfenster für ein Sprühfarbwerk ist das zusammengefasste Ergebnis der Charakterisierung der Versuchsfarbe und der Bestimmung der Sprüheigenschaften

Statische Untersuchungen der Farbfilmbildung

Die Untersuchungen hinsichtlich der Farbfilmbildung zerstäubter Offsetdruckfarbe auf einer ruhenden, planen Oberfläche werden mit einem statischen Sprühversuchsstand durchgeführt. Der Ablauf der Versuche findet im stationären Zustand des Sprühs statt. Das heißt, die Bestimmung der Flächendeckung des beobachteten Bildausschnittes erfolgt erst nach vollständiger Ausbildung des Sprühs. Zwischen Sprüheinrichtung und Glasscheibe befindet sich zunächst eine Blende, die nach dem Start des Zerstäubungsvorganges die Druckfarbe auffängt. Nach 5 s Sprühdauer wird die Bildaufnahme einer Hochgeschwindigkeitskamera gestartet und zeitgleich die Blende entfernt. Bei der Auswertung der Einzelbildfolgen wird das Bild, auf dem die Blende erstmals nicht mehr zu erkennen ist, als Startbild (Zeitpunkt 0 ms/ 0 % Flächendeckung) festgelegt. In der Auswertung der Versuche werden auf jedem einzelnen Bild die Anteile der Flächenelemente bestimmt, die mit Druckfarbe bedeckt sind. Die Summe der bedeckten Flächenelemente je Bild wird zur Gesamtbildgröße in Beziehung gesetzt. Der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einzelbildern beträgt 2 ms (Bildaufnahmefrequenz 500 Hz). Somit kann jeder prozentualen Flächendeckung auf einem bestimmten Bild ein genauer Zeitpunkt zugeordnet werden.

Zusammenfassend für die statischen Untersuchungen der Farbfilmbildung kann das Fazit gezogen werden, dass eine bestimmte betrachtete Fläche mit steigender Farbtemperatur und mit zunehmenden Zerstäubungsluftdruck schneller bedeckt wird. Bei konstantem Farbvolumenstrom wird somit für die Bedeckung der gleichen Fläche auf Grund der besser werdenden Sprüheigenschaften weniger Farbvolumen benötigt. Dies führt zur Ausbildung eines Farbfilmes, der eine geringere mittlere Schichtdicke aufweist und mit steigender Farbtemperatur homogener wird. Die Fragestellungen nach der ausgebildeten Farbschichtdicke und deren Gleichmäßigkeit können mit dem gewählten Versuchsaufbau experimentell nicht beantwortet werden. Um Aufschluss über die Farbschichtdicke zu geben, wird sich im folgenden Kapitel der Computersimulation bedient.

5.Simulation

Im Ergebnis der statischen Untersuchungen können zeitabhängig Aussagen über die Bedeckung eines bestimmten Flächenabschnittes mit Druckfarbe getroffen werden. Es ist jedoch nicht möglich, Angaben über die erzeugte Farbschichtdicke und das Farbschichtdickenprofil über die Fläche zu machen. Für ein gleichmäßiges Druckbild ist es notwendig, einen möglichst homogenen Farbfilm geringer Schichtdickenschwankung auszubilden. Um die Farbfilmbildung durch zerstäubte Druckfarbe unter Einbeziehung der aufgebrachten Farbschichtdicken zu erklären, wurde der Weg der Simulation gewählt. Abbildung 2 zeigt schematisch den Ablauf der Simulation.

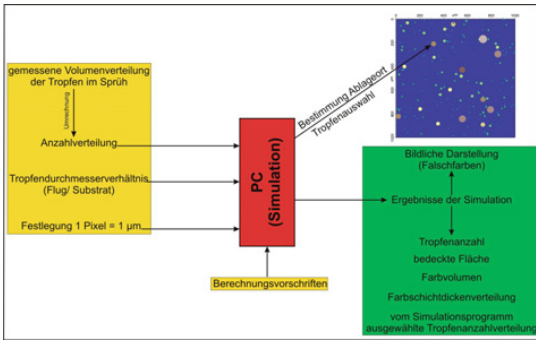


Abb. 2: Schemabild der Simulation

Ein Ergebnis der Simulation ist das aufgesprühte Farbschichtdickenprofil. Den Farbschichtdickenverlauf zeigt Abbildung 3 vergleichend für die Farbtemperaturen im Moment der Zerstäubung von 40°C und 80°C in einer 3-D-Darstellung.

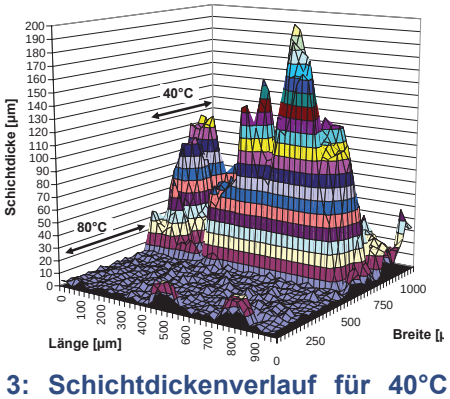


Abb. 3: Schichtdickenverlauf für 40°C und 80°C (Abbruchkriterium FD = 90%)

Die Farbschicht bei 80 °C weist einen wesentlich gleichmäßigeren Verlauf mit wenigen Farberhebungen bis 20 µm auf. Die Farbschicht bei 40 °C hingegen zeigt große Flächenanteile mit Schichtdicken von zum Teil deutlich über 100 µm. Den Ergebnissen im untersuchten Parameterfenster folgend, ist für die Entwicklung eines Sprühfarbwerks in einer Druckmaschine eine Arbeitstemperatur von 80 °C für die Druckfarbe im Moment der Zerstäubung zu verwenden.

Die Bestimmung des Flächenbedeckungsvorganges für versprühte Offsetdruckfarbe liefert zusammenfassend das Resultat, dass die Simulation die Ergebnisse des Experiments für den Farbfilmbildungsprozess zerstäubter Offsetdruckfarbe gut nachvollzieht. Zwischen Experiment und Simulation ist eine sehr gute Übereinstimmung feststellbar. Durch die Simulation ist es gelungen, die Farbschichtdicke und das Farbschichtdickenprofil eines Farbfilms aus zerstäubter Offsetdruckfarbe zu berechnen. Zu Abweichungen zwischen Simulation und Experiment kommt es im untersuchten Bereich bei einer Farbtemperatur von 40 °C. Die Abweichung kann u. a. auf die vom Simulationsprogramm durchgeführte Tropfenauswahl zurückgeführt werden.

6. Druckversuche

Zur Einschätzung der Arbeitsweise und der erreichbaren Druckqualität mit einem in dieser Arbeit entwickelten Sprühfarbwerks werden umfangreiche Druckversuche durchgeführt. Die Versuche unterteilen sich jeweils in zwei Bereiche. Zum einen wird die Farbe über ein konventionelles Walzenfarbwerk aus einem Farbkasten mit Filmwalze der Druckplatte zugeführt und zum anderen erfolgt der Farbeintrag über das Sprühfarbwerk. Dadurch ist es möglich, beide Farbwerksvarianten hinsichtlich der erreichbaren Druckqualität direkt miteinander zu vergleichen. Es wird ausschließlich schwarze Heatsetfarbe auf glanzgestrichenes Papier (135 g/m², Typ Nopa Coat Stratos der Fa. INAPA Deutschland) gedruckt. Abbildung 4 zeigt den Versuchsaufbau für die Druckversuche mit einem konventionellen Walzenfarbwerk und Abbildung 5 für das entwickelte Sprühfarbwerk.

Neben der Aufnahme der Druckkennlinie für beide Farbwerksvarianten erfolgt zur Bestimmung der Charakteristik der Einfärbung eines Sprühfarbwerkes mit acht Düsen (entspricht acht Farbzonen) in einem zweiten Versuchsabschnitt ein Volltondruck über eine Auflage von 850 Exemplaren. Um Aussagen über annähernd reale Druckbilder zu treffen, wird eine Druckform mit Rastertonflächen, Bildern und Schrift entwickelt. Die drei genannten Druckbereiche wechseln sich über die Druckbreite ab und sind über den Umfang dreimal derart angeordnet, dass sie sich je einmal am linken und rechten Rand sowie in der Mitte der Druckform befinden. Der Auflagendruck erfolgt dabei bei einer Druckgeschwindigkeit von 2,5 m/s über 1.000 Exemplare und bei 5 m/s über 3.000 Druckexemplare.

Im Ergebnis der Druckversuche kann das Fazit gezogen werden, daß bei Einsatz eines Sprühfarbwerkes gute bis sehr gute Druckergebnisse erzielt werden können. Im Vergleich zum konventionellen Walzenfarbwerk der gleichen Maschine liegen die Schwankungstoleranzen der optischen

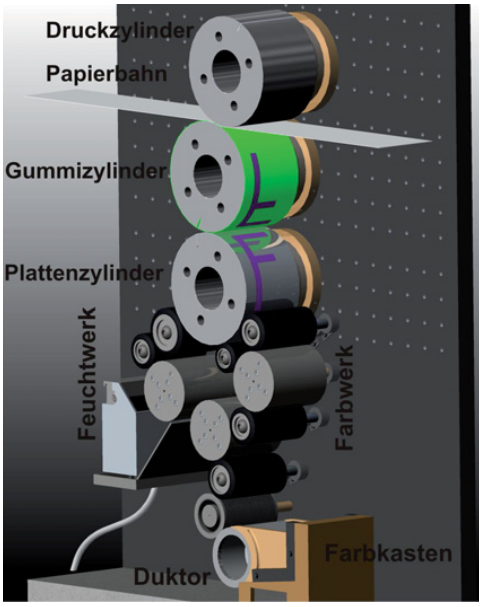


Abb. 4: Konventionelles Walzenfarbwerk

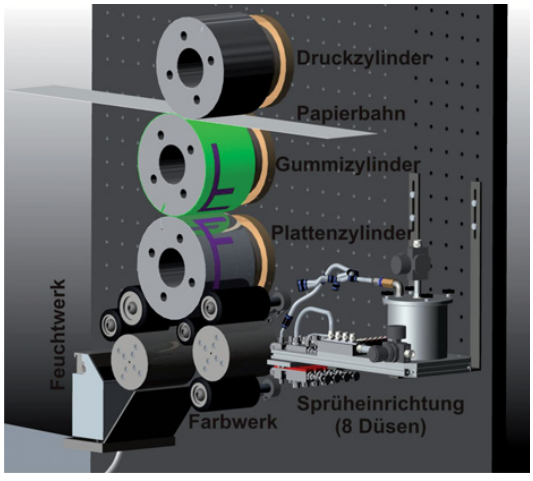


Abb. 5: Sprühfarbwerk

Dichte bei den sprühgedruckten Proben im Auflagendruck höher. Dies ist hauptsächlich auf die geringe Anzahl an Farbwerkswalzen des Sprühfarbwerks zurückzuführen, da der Farbfilm nach seiner Ausbildung sofort auf die Farbauftragswalzen übertragen wird und nicht erst über mehrere Farbwerkswalzen und Farbreiber vergleichmäßigt wird. Die Toleranzangaben für Volltonfelder aus der Literatur werden für beide Farbwerksvarianten eingehalten. Durch die Beimischung von 6 % Mineralöl für den Sprühdruck werden allerdings die Grenzwerte für die Tonwertzunahme für die Rastertonfelder geringfügig überschritten. Die Schwankungsbreite hingegen wird von beiden Farbwerksvarianten eingehalten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das in der Arbeit entwickelte Sprühfarbwerk im untersuchten Fortdruckbereich stabil arbeitet, zu einer Verkürzung des Farbwerkes und damit zu einer Verringerung der Anzahl an Farbwerkswalzen führt und im Vergleich zu einem konventionellen Farbwerk der gleichen Maschine vergleichbare Druckergebnisse liefert.

7. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit verfolgt zwei Ziele. Das erste Ziel ist die experimentelle Bestimmung und theoretische Beschreibung der Farbfilmbildung, somit des Flächenbedeckungsvorgangs. Parameter ist das entstehende Tropfengrößenspektrum einer mithilfe einer Zweistoffdüse äußerer Mischung zerstäubten Offsetdruckfarbe. Das zweite Ziel besteht in der Ermittlung optimaler Arbeitsparameter für den Einsatz eines neu entwickelten Sprühfarbwerks für Offsetdruckmaschinen. Die Untersuchungen sind dabei auf eine Offsetdruckfarbe fokussiert.

Im experimentellen Teil der Arbeit wird an erster Stelle die gewählte Versuchsfarbe charakterisiert. Ausgehend von der Erkenntnis, dass die Viskosität den entscheidenden Einfluss auf die Zerstäubungseigenschaften der Druckfarbe hat, wird, neben der temperaturabhängigen Bestimmung der rheologischen Eigenschaften, der Massenstrom für zwei Düsendurchmesser ermittelt. Durch eine Temperaturerhöhung auf 80 °C, in Verbindung mit der Zugabe von 6 % Mineralöl zur dosenfrischen Druckfarbe, gelingt es, die Viskosität auf 0,189 Pa*s zu senken. Im Anschluss erfolgt die Ermittlung der Eigenschaften des Farbsprühs. Es werden die erzeugten Tropfengrößen, das Tropfengrößenspektrum, die Geschwindigkeit der Farbtropfen und der Sprühwinkel bestimmt.
Für die experimentelle Bestimmung der Farbfilmbildungsvorgänge wird ein statischer Sprühversuchsstand mit einer Düse entwickelt. Temperaturabhängig wird die Zeit ermittelt, welche notwendig ist, einen betrachteten Bildausschnitt zu 90 % mit Druckfarbe zu bedecken. Aus der Zeitachse können Rückschlüsse auf das versprühte Farbvolumen gezogen werden. Da mit der experimentellen Anordnung keine Aussagen über die erzeugte Farbschichtdicke getroffen werden können, erfolgt im Anschluss eine Computersimulation des Farbfilmbildungsvorgangs. Es wird ermittelt, dass ab einer Farbtemperatur von 70 °C Farbschichten in der Größenordnung 5 µm mit einer geringen Schichtdickenschwankung erzeugt werden. Die Ergebnisse der Simulation werden mit den Aussagen des Experimentes verglichen und ergeben eine sehr gute Übereinstimmung.

Ein Teil dieser Arbeit ist die konstruktive Ausgestaltung eines Sprühfarbwerks. Das Sprühfarbwerk besteht aus acht einzeln beheiz- und steuerbaren Düsen, welche gemeinsam aus einem Materialdruckbehälter mit Druckfarbe versorgt werden. Die Sprüheinrichtung wird in eine Labordruckmaschine vom Typ LaborMAN (Rollenoffsetdruckmaschine) implementiert. Zur Einschätzung der Druckqualität eines Sprühfarbwerks werden vergleichende Druckversuche sowohl mit einem konventionellen Walzenfarbwerk als auch mit dem entwickelten Sprühfarbwerk des gleichen Druckwerks der Labordruckmaschine durchgeführt. Im Ergebnis der Druckversuche wird das Fazit gezogen, dass bei Einsatz eines Sprühfarbwerkes gute bis sehr gute Druckergebnisse erzielt werden.

Die vorliegende Arbeit liefert somit einen Beitrag zum Einsatz dieser neuen Farbwerkstechnologie in Offsetdruckmaschinen.

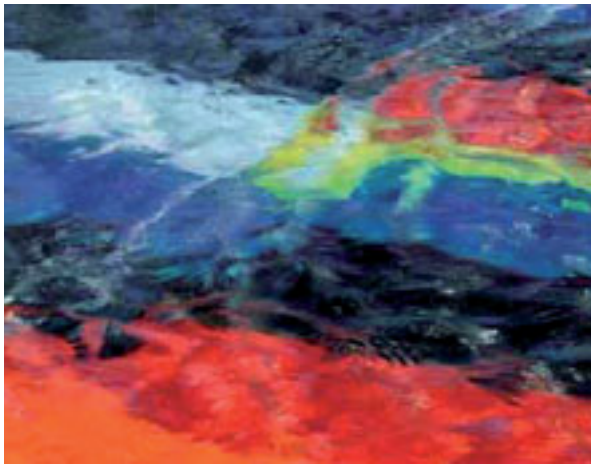
Dr.-Ing. Heike Hupp
Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben“

Das Thema der Promotion „Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben“ ist im Forschungsschwerpunkt „Farbmetrik“ des Instituts Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Universität Darmstadt angesiedelt. Die nachfolgend aufgeführte Kurzfassung der Dissertation soll einen Überblick über das Themengebiet der Promotion geben:

In der Druckindustrie sind aktuell zwei Tendenzen erkennbar. Einerseits die zunehmende Automatisierung der Druckprozesse, andererseits kommt es zu einem verstärkten Einsatz von Veredelungstechniken wie Lackieren, Prägen und dem Verdrucken von Sonder- und Effektfarben. In diesem Zusammenhang wird eine gleichbleibende bzw. verbesserte Qualität der Druckprodukte gefordert, die eine Weiterentwicklung heute bekannter Mess- und Regelsysteme in Hinblick auf die Veredelungstechniken erfordert. Es hat sich gezeigt, dass für die Veredelung durch gedruckte Interferenzeffektfarben bis heute keine geeigneten Mess- und Regelsysteme vorhanden sind, obwohl sie in der Druckindustrie in zunehmendem Maße eingesetzt werden. Charakteristisch für Interferenzeffektfarben ist die Veränderung der Farbwirkung in Abhängigkeit der Beleuchtungs- und Beobachtungsposition.

Dies macht eine Beurteilung mit nur einer Messgeometrie, wie sie in konventionellen Farb- und Dichtemessgeräten üblich ist, unmöglich. Eine rein visuelle Beurteilung steht aber einer weiteren Automatisierung momentan entgegen. Ziel der Arbeit ist es daher, eine praxistaugliche Lösung zur Qualitäts- und zur Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben zu entwickeln. Zur Lösungsfindung kommen sowohl experimentelle Untersuchungen als auch analytische Modelle zur Anwendung. Im Fokus stehen hierbei gedruckte Interferenzeffektfarben mit variierenden Farbschichtdicken des drucktypischen Bereichs zwischen 0,5 µm und 5 µm.

Bei der Analyse der experimentell gewonnenen und aus den Modellen abgeleiteten Erkenntnisse wird zwischen den Anforderungen der Qualitätskontrolle und denen der Prozesskontrolle unterschieden. Die Qualitätskontrolle erfordert die vollständige Beschreibung der von der gedruckten Farbschicht ausgehenden Farbwirkung. Daher wird hier das Augenmerk auf die Betrachtung der



Ein Anwendungsbeispiel Xymara XPS“ lautet die Bezeichnung der neuen Perlglanzeffekte der Ciba Spezialitätenchemie. Die auf der normalen Xymara-Reihe von Farbpigmenten basierenden Materialien hemmen durch eine spezielle, stabilisierende Oberflächenbehandlung laut Hersteller das Vergilben von Kosmetikflaschen, Gefäßen und Behältern sowie funktionalen oder dekorativen Gegenständen aus Kunststoff. Die ersten beiden Produkte des Sortiments sind „Xymara Silver Pearl XPS19“ mit weißem, seidigen Glanz sowie „Xymara Silver Pearl XPS23“ für Satinschimmer mit leichtem Glitzern. Beide können gemeinsam mit anderen Effekten und Farben eingesetzt werden.

Farbwirkung in Abhängigkeit unterschiedlicher Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtungen gelegt. Im Rahmen einer Prozesskontrolle hingegen wird die Aufgabe gestellt, einen Zusammenhang zwischen den Stellgrößen des Drucks und der Veränderung der Farbwirkung herzustellen. Hierzu wird heute die Messgröße „Dichte“ herangezogen. In dieser Arbeit wird für die bisherige Messgröße „Dichte“ auf ihre Eignung überprüft und eine neue geeignetere Messgröße abgeleitet. Hierzu werden die Messergebnisse konventioneller Messgeräte der Druckindustrie herangezogen.

Als erstes Ergebnis geht aus dieser Arbeit die Notwendigkeit von mindestens zwei unterschiedlichen Messgeometrien zur Qualitätsbeschreibung gedruckter Interferenzeffektfarben hervor. Für die Messgeometrie mit Beobachtung in einem großen Differenzwinkel zum Glanzwinkel steht schon heute die 45°/0°-Messgeometrie zur Verfügung. Die Erfassung der Interferenzeffektfarbe erfordert zusätzlich eine Messgeometrie mit Beobachtungsrichtung nahe dem Glanzwinkel. Dies kann in einfacher Weise durch eine Erweiterung heutiger Messgeräte um einen Sensor unter -30 zur Probennormalen erreicht werden. Der Vorteil dieses Vorschlags liegt in der einfachen Möglichkeit, vorhandene Messsysteme anzupassen und somit eine Messung gedruckter Interferenzeffektfarben zu garantieren. Das zweite Ergebnis dieser Arbeit ist die Definition einer neuen Messgröße zur Prozesskontrolle, die als Helligkeitsdifferenz L_H bezeichnet wird. Diese Messgröße beschreibt die Differenz zwischen der Helligkeit des unbedruckten Bedruckstoffs und der der gedruckten Farbschicht.

Durch diese Referenzierung der Messgröße auf den Bedruckstoff kann eine direkte Beziehung zwischen Messgröße und gedruckter Farbschichtdicke angegeben werden.

Durch diese Arbeit ist es gelungen, Vorgehensweisen zur Nutzung und Verbesserung bisher in der Druckindustrie bekannter Farbmesssysteme in Bezug auf die Qualitäts- und Prozesskontrolle gedruckter Interferenzeffektfarben zu schaffen. So kann durch die neue Größe LH eine Prozesskontrolle auch mit konventionellen Farbmesssystemen erfolgen. Soll darüber hinaus die Farbwirkung erfasst werden, muss in bestehende Systeme lediglich ein weiterer Sensor integriert werden.

Dipl.-Inform. Holger Schnabel
Entwicklung von Methoden zur Registerregelung in Abhängigkeit der Bahnzugkraft bei Rollentiefdruckmaschinen

Geboren 1977 in Würzburg, 1998 Ausbildung zum Versicherungskaufmann, 2000-2006 Studium der Informatik an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg, 2006-2009 Industriepromotion bei der Bosch Rexroth AG im Geschäftsbereich Electric Drives and Controls. Die Dissertation „Entwicklung von Methoden zur Registerregelung in Abhängigkeit der Bahnzugkraft bei Rollentiefdruckmaschinen“ wurde am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt unter der Leitung von Herrn Prof. Dörsam erstellt. Seit 2009 Tätigkeit bei der Bosch Rexroth AG in der Systementwicklung Automation Printing and Converting.

1. Einleitung

Die Druckindustrie profitiert von einem stetig steigenden technischen Fortschritt, der die steigenden Anforderungen an den Druckprozess und an die Druckqualität abdecken muss. Die Zielsetzung ist es, den Druckprozess zu jedem Zeitpunkt beherrschen zu können und somit die produzierte Makulatur zu minimieren. Hierdurch sollen Energie, Arbeitskraft und Rohstoffe eingespart werden können.

Der Rollentiefdruck stellt aufgrund verkoppelter Teilsysteme, langer Bahnwege und nicht angetriebener Kühlwalzen zwischen den jeweiligen Druckwerken eine besondere Herausforderung für die Registerregelung dar. Um diese Herausforderungen zu meistern, wurde ein Simulationsmodell einer Rollentiefdruckmaschine entwickelt, welches mit Messungen an einer produktionstauglichen 4-Farben-Rollentiefdruckmaschine validiert wurde. Dadurch konnten dynamische Entkopplungsstrategien, sich automatisch an den Maschinenzustand anpassende Reglerparameter und Kompensationsalgorithmen während der Beschleunigungsphase entworfen werden, die zunächst simulativ getestet und anschließend an der realen Rollentiefdruckmaschine validiert werden konnten. Dies reduziert erheblich den Messaufwand und ermöglicht die Entwicklung innovativer Strategien. Im Rahmen der Dissertation am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren wurde die Modellierung der Rollentiefdruckmaschine vorgenommen und die beschriebenen Strategien entwickelt [1]. In diesem Artikel soll die Problemstellung an einer Rollentiefdruckmaschine an einem simulierten Druckszenario dargestellt werden und ein Überblick über die entwickelten Strategien gegeben werden.

2. Problemstellung

Die Druckwerke der Rollentiefdruckmaschine sind als eine reibschlüssige Einheit zwischen einem nicht angetriebenen Presseur, dem einzeln angetriebenen Formzylinder und der dazwischen verlaufenden Materialbahn ausgebildet. Eine Verstellung des Formzylinders führt somit zu einer Verschiebung der Materialbahn und des Presseurs und zu einer Änderung der Bahnzugkraft und des Registers in dem davor- und dahinterliegenden Materialbahnabschnitt. Die auftretende Problemstellung, wie zum Beispiel die beschriebenen verkoppelten Teilsysteme bei einer Rollentiefdruckmaschine und der Stand der Technik sollen an einem simulierten beispielhaften Druckszenario dargestellt werden. Das validierte Simulationsmodell einer 4-Farben-Rollentiefdruckmaschine setzt sich aus einzelnen Modulen zusammen [2]. Berücksichtigt werden das Einzugswerk, die angetriebenen Formzylinder mit dem nicht angetriebenen Presseur, die nicht angetriebenen Kühlwalzen, ein neu entwickeltes viskoelastisches Materialbahnmodell, die Maschinensteuerung, die Übertragungszeiten der Bussysteme, die Sensorik zur Messwerterfassung und die Regelung einer Rollentiefdruckmaschine. Das beispielhafte Druckszenario wird wie folgt definiert:

- Das Szenario beginnt bei 100 s Simulationszeit bei aktivierten Registerreglern und Vorgängerfarbenregelung.
- Die Maschine befindet sich bei einer Einrichtgeschwindigkeit v_E = 30 m/min im stationären Zustand.

- Aufgrund einer Sollwertabweichung an Druckwerk 2 wird nach 110 s eine Veränderung des Sollwerts um 1 mm an Formzylinder 2 durchgeführt

- Nach 180 s wird eine Beschleunigungsphase von der Einrichtgeschwindigkeit v_E = 30 m/min auf Produktionsgeschwindigkeit v_P = 300 m/min in 60 s gestartet.

- Die Simulation endet nach 300 s.

Im angenommenen Stand der Technik werden keine Entkopplungsstrukturen verwendet und die Reglerparameter werden zu Beginn des Druckprozesses durch den Maschinenbediener bestimmt. Es findet weiterhin keine Kompensation während der Beschleunigungsphase statt. Abbildung 1 oben zeigt das Registerverhalten

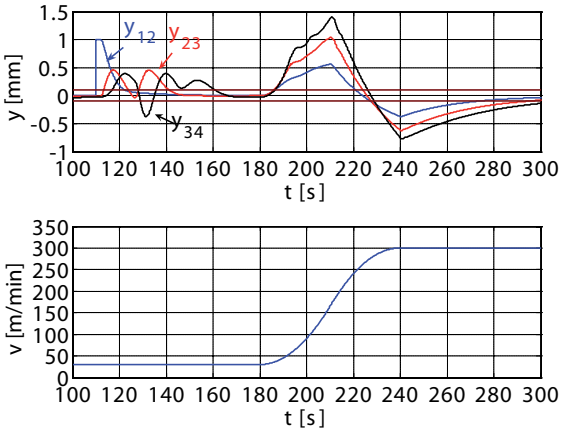


Abb. 1: Simulation eines Sollwertsprungs und einer Beschleunigungsphase nach einem angenommenen Stand der Technik

benachbarter Druckwerke. Nach 110 Sekunden wird eine Verstellung des Sollwerts an Druckwerk 2 vorgenommen, um das Druckbild zu justieren. Der Registerregler hinter Druckwerk 2 regelt diese Abweichung entsprechend aus. Aufgrund der verkoppelten Teilsysteme und fehlender Entkopplungsstrukturen beeinflusst die Verstellung an Druckwerk 2 die nachfolgenden Register y_{23} und y_{34}, die von dieser Verstellung entkoppelt sein sollten. Erst nach ca. 51 Sekunden wird das Toleranzband von ± 0,1 mm unterschritten. Nach 180 Sekunden wird eine Beschleunigungsphase durchgeführt, die in Abbildung 1 unten dargestellt ist. Die langen Bahnwege und die nicht angetriebenen Kühlwalzen zwischen den Druckwerken führen zu einem dynamischen Registerfehler, da die entsprechenden Bahnzugkräfte aufgebracht werden müssen, um die Kühlwalzen zu beschleunigen. Aufgrund der fehlenden Adaption der Reglerparameter und Kompensationen während der Beschleunigungsphase kann der Registerfehler in der Beschleunigungsphase nicht beherrscht werden, und es tritt in dem simulierten Beispielszenario eine Gesamtmakulatur von 490 Meter auf. Aufgrund immer kürzer werdender Produktionszeiten eines einzelnen Druckauftrags liegt der Schwerpunkt auf einer Verkürzung der Einrichtzeit und einer makulaturfreien Beschleunigung auf die Produktionsgeschwindigkeit.

3. Ergebnisse

Die Zielsetzung ist die Entwicklung eines Gesamtkonzepts, um den Druckprozess zu jedem Zeitpunkt beherrschen zu können. Hierzu werden dynamische Entkopplungsstrategien entwickelt, die Reglerparameter an den Maschinenzustand adaptiert und Kompensationsalgorithmen während der Beschleunigungsphase entwickelt.

3.1 Dynamische Entkopplungsstrategien

Die verkoppelten Teilsysteme sind in Abbildung 1 zu erkennen. Der Regeleingriff des Registerreglers hinter Druckwerk 2 beeinflusst die nachfolgenden Register und sorgt für ein unruhiges Maschinenverhalten. Eine Verstellbewegung eines Registerreglers kann durch Vorsteuerung auf nachfolgende Formzylinder (Downstream-Variante) bzw. auf davorliegende Formzylinder (Upstream-Variante) vollständig entkoppelt werden. Weiterhin muss hierbei zwischen Standfarbenregelung, d.h. alle Registermarken des zu regelnden Druckwerks werden mit der Registermarke eines festen Druckwerks (in der Regel die Registermarke des ersten Druckwerks) verglichen und der Vorgängerfarbenregelung, bei der Registermarken benachbarter Druckwerke miteinander verglichen und geregelt werden, unterschieden werden. Die dynamische Entkopplung für die Standfarbenregelung kann aus der Sprungantwort einer Formzylinderverstellung hergeleitet werden. Das Verhalten des Registers y_{12} bei einer Verstellung an Druckwerk 2 kann durch Messungen und durch die Differentialgleichung zur Modellierung der Materialbahn mit PT1-Verhalten genähert werden. Somit können Verstellungen durch Vorsteuerungen an die nachfolgenden Druckwerke mit DT1-Verhalten entsprechend entkoppelt werden [3]. Abb. 2 links zeigt den Strukturplan einer Rollentiefdruckmaschine und die dazugehörige Entkopplungsstruktur. In Abbildung 2 rechts wird das an der realen Maschine gemessene Verhalten auf eine Verstel-

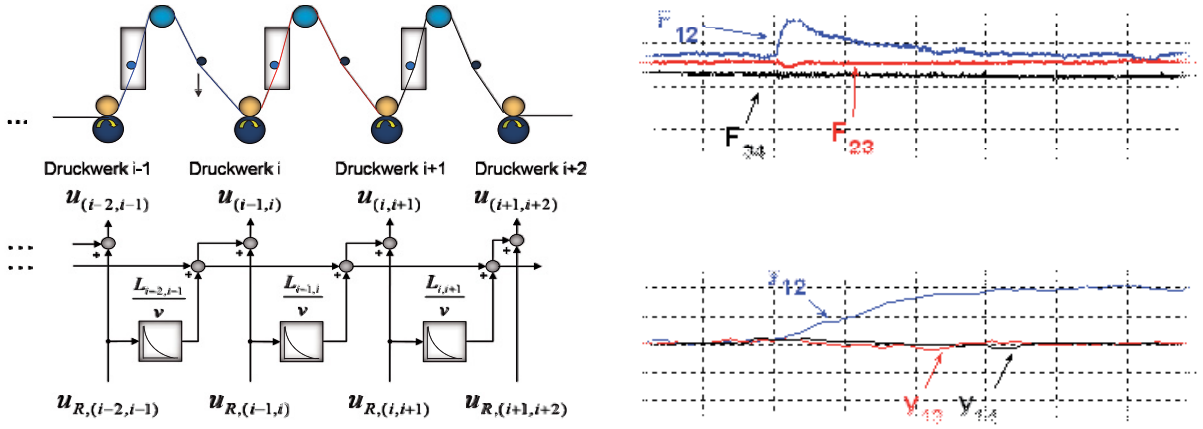


Abb. 2: Entkopplungsstruktur für die dynamische Downstream-Standfarbenregelung (links). Messung des Bahnzugkraftverhaltens und des Registers an der 4-Farben-Rollentiefdruckmaschine unter Verwendung der Entkopplungsstruktur

lung an Formzylinder 2 um 1 mm bei Verwendung der dynamischen Downstream-Standfarbenregelung gezeigt. Es ändert sich nur das Register y_{12} (unten) und die Bahnzugkraft F_{12} (oben). Alle Register und Bahnzugkräfte der nachfolgenden Materialbahnabschnitte sind von dieser Verstellung entkoppelt (vgl. rote und schwarze Kurven). Diese dynamische Entkopplungsstrategie kann durch folgende Gleichung beschrieben werden:

$$u_{(i-1,i)} = u_{R,(i-1,i)}(s) + u_{R,(i-2,i-1)}(s) \cdot \frac{\frac{L_{i-2,i-1}}{v} \cdot s}{1 + \frac{L_{i-2,i-1}}{v} \cdot s} + \ldots + u_{R,(1,2)}(s) \cdot \frac{\frac{L_{1,2}}{v} \cdot s}{1 + \frac{L_{1,2}}{v} \cdot s} .$$

Aus dieser dynamischen Entkopplungsstrategie können die für den Rollentiefdruck benötigten komplexen dynamischen Downstream- und Upstream- Entkopplungsstrategien für die Vorgängerfarbenregelung hergeleitet werden.

3.2 Adaption der Reglerparameter an den Maschinenzustand

Aufgrund der dynamischen Entkopplung der verkoppelten Teilsysteme können für die Reglerauslegung die einzelnen Materialbahnabschnitte unabhängig voneinander betrachtet werden. Um den Anforderungen des Druckprozesses gerecht zu werden, müssen für die Reglerauslegung die unterschiedlichen Betriebsphasen analysiert werden. Zu Beginn des Druckprozesses werden die Registerregler zugeschaltet und die Sollwerte der Registermarkenabstände entsprechend fein justiert. Aus diesem Grund werden in diesen Phasen speziell auf das Führungsverhalten ausgewählte Reglerparameter verwendet. Nach Abschluss der Einrichtphase wird auf Produktionsgeschwindigkeit beschleunigt. Sowohl in der Beschleunigungsphase, als auch in der Produktionsphase liegt der Schwerpunkt auf Störverhalten. Deshalb werden die Reglerparameter automatisiert auf Störverhalten angepasst und umgeschaltet. Die Ermittlung der Reglerparameter erfolgt durch die Abbildung der an dem Rollentiefdruckprozess beteiligten Komponenten in einen quasikontinuierlichen Regelkreis. Somit kann sichergestellt werden, dass zu jedem Zeitpunkt des Druckprozesses Reglerparameter verwendet werden, die die Gegebenheiten des Rollentiefdruckprozesses optimal beherrschen und die erforderlichen Kriterien einer hohen Regelkreisdynamik bei einem aperiodischen Einschwingverhalten erfüllen.

3.3 Kompensationsalgorithmen während der Beschleunigungsphase

Ein besonderes Augenmerk kommt beim Rollentiefdruckprozess der Beschleunigungsphase zu, da die nicht angetriebene Kühlwalze über die Materialbahn beschleunigt werden muss und aufgrund der Bahnzugkraft- und Dehnungsänderung ein dynamischer Registerfehler entsteht. Dieser dynamische Registerfehler kann nicht alleine durch den Registerregler ausgeregelt werden, da dieser nur einmal pro Zylinderumdrehung einen Messwert erhält und somit erst zeitverzögert auf die bekannten Änderungen reagiert. Aus diesem Grund kann mit Hilfe von modellbasierten und selbsteinstellenden Strategien der dynamische Registerfehler kompensiert werden. In der modellbasierten Strategie wird neben der

Trägheit und Reibung der nicht angetriebenen Kühlwalze auch die Dämpfungseigenschaft der Materialbahn mitberücksichtigt. Nachdem die physikalischen Größen des Materials und der nicht angetriebenen Kühlwalze nicht immer exakt vorliegen und noch weitere unbekannte Störgrößen in der Beschleunigungsphase wirken, wird ein selbsteinstellender Algorithmus entwickelt, der ohne Kenntnis von physikalischen Größen den entstehenden dynamischen Registerfehler kompensiert. Hierzu wird jede Beschleunigungsphase berücksichtigt, um die bisherigen Kompensationsgrößen zu aktualisieren. Somit werden auf sich ändernde Produktionsbedingungen, wie beispielsweise eine Änderung der Trocknertemperatur, reagiert und die entsprechenden Kompensationswerte aktualisiert. Entgegen bisher bekannter Verfahren, deren Kompensationsgrößen aus Messfahrten gewonnen werden, ist es somit erstmals möglich, Strategien zu verwenden, die sich selbständig an sich ändernde Produktionsbedingungen anpassen. Somit wird der Maschinenbediener entlastet und die Messfahrten zur Ermittlung von Kompensationswerten können vollständig eingespart werden.

4. Wirkungsweise der entwickelten Strategien

Die Auswirkungen der entwickelten Strategien können durch die erneute Simulation des beispielhaften Druckszenarios aus Abschnitt 2 gezeigt werden. In Abbildung 3 oben wird wiederum nach 110 Sekunden die Reaktion auf eine Veränderung des Sollwerts an Druckwerk 2 gezeigt. Das Register y_{12} (blaue Kurve) schwingt mit einem aperiodischen Verhalten ein. Aufgrund der dynamischen Entkopplung der Downstream-Vorgängerfarbenregelung sind die nachfolgenden Register y_{23} und y_{34} von dieser Verstellung vollständig entkoppelt. In Abbildung 3 unten zeigt die blaue Kurve, dass die Beschleunigungsphase bei 180 Sekunden startet und sich die Geschwindigkeit in 60 Sekunden auf 300 m/min ändert. Alle drei Register bleiben während dieser Beschleunigungsphase deutlich innerhalb des zulässigen Toleranzbandes von ± 0,1 mm. Die selbsteinstellenden Kompensationsalgorithmen und die an den Druckprozess angepassten Reglerparameter sorgen dafür, dass keine Makulatur während der gesamten Beschleunigungsphase produziert wird. Vergleicht man die produzierte Makulatur zwischen einem angenommenen Stand der Technik und den neu entwickelten Strategien, so ergibt sich eine Reduzierung der Makulatur um mehr als 98 % (vgl. Abb. 4).

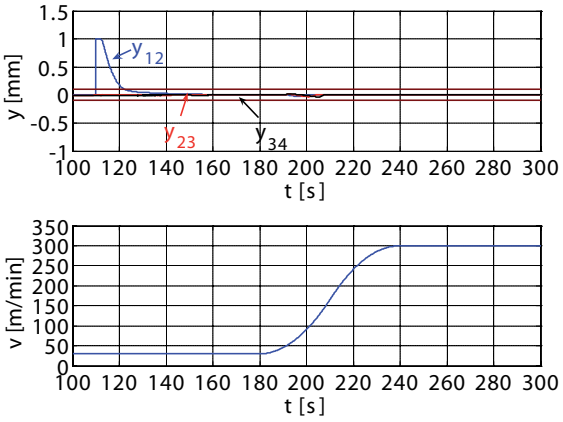


Abb. 3: Simulation eines Sollwertsprungs und einer Beschleunigungsphase unter Verwendung der neu entwickelten Algorithmen

	Makulatur Einrichtphase	Makulatur Beschleunigung	Gesamt-makulatur
Stand der Technik	25 m	465 m	490 m
Neu entwickelte Algorithmen	6,15 m	0 m	6,15 m

Abb. 4: Erzeugte Makulatur im Stand der Technik und mit den neu entwickelten Algorithmen

5. Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Überblick, über das in der Dissertation erstellte Gesamtkonzept zur Beherrschung des Druckprozesses an einer Rollentiefdruckmaschine gegeben [1]. Hierzu wurde in der Dissertation ein detailliertes und validiertes Modell einer Rollentiefdruckmaschine erstellt. Mit dem Simulationsmodell wurden unterschiedliche dynamische Entkopplungsstrategien entwickelt, die die verkoppelten Teilsysteme je nach Regelalgorithmus voneinander entkoppeln. Die Reglerparameter werden automatisiert an den Druckprozess angepasst und selbsteinstellende Kompensationsalgorithmen machen die Beschleunigungsphase selbst bei sich ändernden Produktionsbedingungen beherrschbar. Es wurde ein beispielhaftes Druckszenario dargestellt und die produzierte Makulatur während des Druckprozesses erheblich reduziert. In zukünftigen Untersuchungen soll das viskoelastische Materialbahnmodell um temperaturabhängige Eigenschaften erweitert werden.

Literatur

[1] Schnabel, H.: Entwicklung von Methoden zur Registerregelung in Abhängigkeit der Bahnzugkraft bei Rollentiefdruckmaschinen. Dissertation am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt, Darmstadt, 2009.

[2] Schnabel, H.; Dörsam, E.: Simulation des Bahnspannungsverhaltens in Druckmaschinen unter Berücksichtigung der Materialdämpfung. Tagungsband SPS/IPC/DRIVES 2008, VDE-VERLAG GMBH, Berlin, S. 451-460, 2008.

[3] Schnabel, H.; Dörsam, E.; Schultze S.: Simulation der Maschinensteuerung und Bahnspannung. 9. Bahnlaufseminar der Technischen Universität Chemnitz, Chemnitz, 2007.

[4] Brandenburg, G.; Tröndle, H.-P.: Dynamik des Längsregisters bei Rollenrotationsmaschinen. Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte 5 Nr. 1, S. 17-20 und Nr. 2, S. 65-71, 1976.

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Veselin Panshef

Entwicklung eines Modells zur strategischen Geschäftsausrichtung von Unternehmen des Grafischen Gewerbes mittels einer wertschöpfungsorientierten Strukturierung von industriellen Serviceleistungen

Geboren 1968 in Sofia (Bulgarien), 1983-1987 Ausbildung zum Fachtechniker von hydroenergischen Anlagen am Polytechnikum für Energiewesen in Sofia, 1991-2003 Tätigkeit als Servicetechniker für Druck-, Lackier- und Schneidemaschinen für MAN Ferrostaal AG und MAN Roland Druckmaschinen AG, 1996-2002 Studium an der TU Ilmenau (Konstruktion, Qualitätsmanagement, Investitionsrechnung und Marketing) mit Abschluss zum Diplom-Wirtschaftsingenieur, 2003-2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) der TU Darmstadt, 2008 Promotion, seit 2009 Vertriebsleiter Osteuropa für Akzidenz-Rollenmaschinen bei KBA in Würzburg. Mitglied des VDD.

Kurzfassung der Dissertation

Die drei größten deutschen Druckmaschinenhersteller Heidelberger Druckmaschinen AG, manroland und Koenig & Bauer AG beherrschen mit über 70% Marktanteil den weltweiten Markt für Bogenoffset-Druckmaschinen. Trotzdem weisen alle drei aktuell ein rückläufiges Geschäftsergebnis aus. Der Grund dafür ist unter anderem die am Markt für Druckprodukte vorhandene Überkapazität, die zu einem enormen Wettbewerbsdruck zwischen den Druckereien als Hauptabnehmer von Druckmaschinen führt.

Die hohe Kapitalintensität, besonders im Druckmaschinengeschäft, begleitet durch den Wettbewerbsdruck schränken die Kosten- und Leistungsflexibilität kleiner und mittlerer Druckereibetriebe ein. Auf der einen Seite sind viele Druckereien in ihren Finanzierungsmöglichkeiten eingeschränkt, insbesondere auch wegen der gerade bestehenden Kapitalmarktkrise. Auf der anderen Seite sehen nur wenige Druckereien die Notwendigkeit, in neue Druckmaschinen zu investieren, um ihre Marktposition auszubauen. Sie gehen nicht davon aus, dass eine neue Druckmaschine ihre Wertschöpfung verbessern könnte.

Um ihre bisherige Marktposition behaupten zu können, stehen sowohl Druckmaschinenhersteller als auch Druckereien unter zunehmendem Druck, neue Umsatz- und Ertragsquellen zu erschließen. Nachhaltige Wettbewerbsvorteile können nur mit einem auf Mehrwert ausgelegten Leistungsangebot (Produkt und Service) erreicht werden. Die Unternehmen des Grafischen Gewerbes müssen also ihr Angebot verbessern und auf die Bedürfnisse ihrer Kunden zuschneiden. Dies bedingt, dass sie ihre Geschäftstätigkeit strategisch ausrichten und ihre Geschäftsbeziehungen auf die eigene Stärken und Schwächen ausrichten.

Mit Blick auf den Wert des Produkts aus Sicht eines Kunden bzw. Leistungsabnehmers und unter Berücksichtigung der grundlegenden Gesetzmäßigkeit, dass eine allgemeine Wertschöpfung aus primären und sekundären Geschäftsaktivitäten besteht, entwickelt die Dissertation ein wertschöpfungsorientiertes Servicemodell, das so genannte **Value-Based Service Modell** (VBS-Modell). Mit dessen Hilfe kann die Wertschöpfungsrelevanz jedes Geschäftsprozesses einer bestimmten Printmedienproduktion identifiziert und qualifiziert werden. Das VBS-Modell soll die wichtigsten und kritischsten Produktionsprozesse oder Organisationseinheiten innerhalb des Produktionsflusses einer Printmedienproduktion erkennen und durch passende Unterstützungsaktivitäten dem eigentlichen Kerngeschäft des Unternehmens (z.B. Druckerei) anpassen.

Das VBS-Modell baut auf fünf Wertschöpfungskriterien auf: den Grad der Kundenbindung, die Höhe der Kostenbindung, die Qualität des Endproduktes, die Marktattraktivität und den Grad des benötigten Spezialwissens. Mithilfe dieser fünf Wertschöpfungskriterien wird der allgemeingültige Wertschöpfungsbegriff erweitert und eine für das Grafische Gewerbe idealtypische Wertschöpfungskette abgeleitet. Die Wertschöpfungskriterien ermöglichen die Relevanz einzelner Geschäftsprozesse für die Wertschöpfung eines bestimmten Geschäftsmodells zu bewerten.

Das VBS-Modell besteht aus folgenden drei Modellkomponenten (Abb. 1):

- **VBS-Wertschöpfungskette** – entlang der Abszisse (x-Achse),
- **Service-Intensität** – entlang der Ordinate (y-Achse) und
- **Service-Entwicklung** – entlang der Applikate (z-Achse).

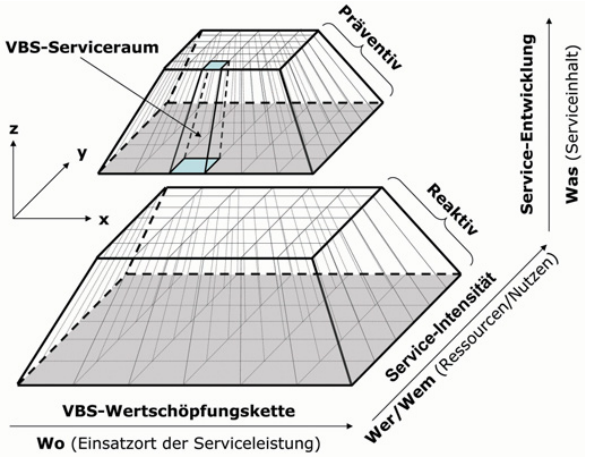


Abb. 1: Komponenten des VBS-Modells

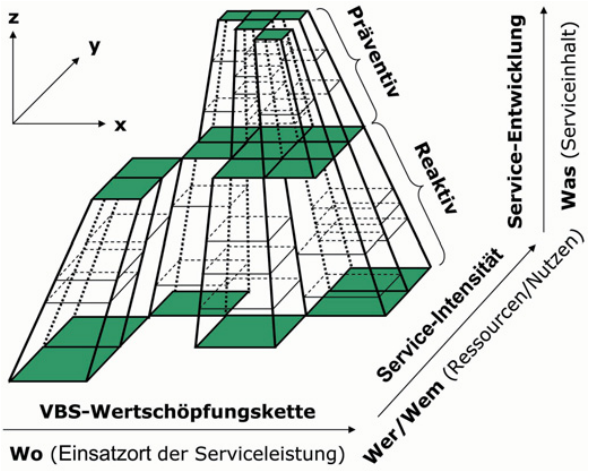


Abb. 2: Beispiel eines VBS-Leistungsprofils

Aus dem Wertschöpfungsverständnis des VBS-Modells wird in der Dissertation die **VBS-Wertschöpfungskette** als die Anordnung der Unternehmensaktivitäten definiert, die eine wertmäßige Veränderung des eingesetzten Kapitals hervorrufen. Die **Service-Intensität** erfasst die Ressourcen/Nutzen-Relation einer bestimmten Serviceleistung und ist in der Lage diese Leistung durch eine Ressourcen- und eine Nutzensicht qualitativ einzustufen. Die **Service-Entwicklung** erfasst die Inhalte und Aktivitäten der Serviceleistungen und stuft diese je nach Aktionszeitpunkt der Leistung als reaktive oder präventive Serviceleistung ein.

Die drei definierten Modellkomponenten spannen eine dreidimensionale Struktur von Volumenelementen, den VBS-Serviceräumen (siehe Abbildung 1) auf. Jeder einzelne dieser Serviceräume umfasst jeweils ein bestimmtes Bündel von Serviceleistungen und ermöglicht es, die Wirkung dieses Leistungsbündels zu erfassen. Die VBS-Serviceräume einer Wertschöpfungskette bilden ein individualisiertes Leistungsprofil, das VBS-Leistungsprofil. Es beschreibt die Geschäftsprozesse der betrachteten Wertschöpfungskette und die von ihr bezogenen Serviceleistungen je nach Ressourcen/Nutzen-Relation und Inhalt bzw. Aktionszeitpunkt (siehe Abb. 2).

Das VBS-Leistungsprofil kennzeichnet die Wirkung von Servicebündeln auf ein individuelles Unternehmen und verdeutlicht, welche Serviceinhalte innerhalb der VBS-Wertschöpfungskette auf einen Prozess bezogen werden können, ohne dass die zu erreichende Service-Intensität über- oder unterschritten wird. Jeder einzelne VBS-Serviceraum kann eine Vielzahl von Serviceaktivitäten beinhalten, die sich in ihrer Kernleistung und Aus-

Im Ergebnis ordnet das VBS-Modell die Serviceleistungen wertschöpfungsorientiert an, so dass ein Abnehmer (z.B. eine Druckerei) wie auch ein Anbieter von Leistungen (z.B. ein Druckmaschinenhersteller) seine Geschäftstätigkeit strategisch ausrichten kann. Darüber hinaus kann mittels des VBS-Modells ein möglicher Ressourcenbedarf eines künftigen regionalen Serviceeinsatzes des Leistungsanbieters abgeschätzt werden.

Um die VBS-Wertschöpfungskette festzulegen, ist das VBS-Modell auf eine Modell-Druckerei angewendet worden. Die Anwendung des Modells hat die Relevanz der fünf Wertschöpfungskriterien bestätigt. Um herauszufinden, welchen Einfluss die einzelnen Geschäftsprozesse auf die betriebliche Wertschöpfung haben, sind Experteninterviews geführt worden. Die Experten sind dabei gefragt worden, welche Wertschöpfungsrelevanz sie den einzelnen Geschäftsprozessen zurechnen, und zwar je nachdem, ob die Modell-Druckerei eine Kosten-, eine Service-, oder eine Nischenführerschaft anstrebt. Die Wertschöpfungsrelevanz ist dabei bestimmt worden als die Relevanz der jeweiligen Prozesse der VBS-Wertschöpfungskette für die Wertschöpfung des Geschäftsmodells. Die Wertschöpfungsrelevanz, bezogen auf den an den Prozesskosten gemessenen Beitrag des Prozesses zum Gesamtumsatz des Geschäftsmodells, ermöglicht die Erstellung der geschäftsmodelltypischen Service-Bedarfsprofile eines idealtypischen Kosten- und eines Serviceführers. Die Service-Bedarfsprofile betonen den Servicebedarf der jeweils charakteristischen Geschäftsprozesse.

Geschäftsprozesse mit überragender Wertschöpfungsrelevanz eignen sich aus Sicht eines Leistungsabnehmers zur Bildung von Kernkompe-

tenzen. Dabei soll eigenes Know-how aufgebaut oder maßgeschneiderte Serviceleistungen nachgefragt werden. Für Geschäftsprozesse mit niedriger Wertschöpfungsrelevanz kann der Leistungsabnehmer hingegen überwiegend standardisierte und möglichst kostengünstige Serviceleistungen beziehen. Dabei stellt sich zudem noch die Frage, ob er diesen Prozess überhaupt noch selbst durchführen oder besser ganz externalisieren (z.B. Outsourcing) sollte.

Ein Leistungsanbieter kann mithilfe des Service-Bedarfsprofils eines Abnehmers bestehende Serviceleistungen hinsichtlich ihrer Wertschöpfungsrelevanz systematisch überprüfen und neue Potenziale für die Serviceentwicklung aufdecken. Eine Spezialisierung auf die Geschäftsprozesse mit hoher Wertschöpfungsrelevanz führt zur Bildung von maßgeschneiderten Leistungsangeboten und dadurch zur Entstehung einer intensiven Zulieferer-Abnehmer-Beziehung (Kundenbindung). Die Fokussierung des Leistungsangebotes auf Prozesse mit niedriger Wertschöpfungsrelevanz erlaubt eine Standardisierung der angebotenen Leistungen bei steigendem Umsatzvolumen.

Ein Vergleich von mehreren VBS-Leistungsprofilen nach dem Benchmarkprinzip kann den Zusammenhang anschaulich machen, der sich zwischen den VBS-Wertschöpfungsketten, den Service-Intensitäten und den Serviceinhalten mit den anderen Merkmalen der verglichenen Unternehmen, wie beispielsweise Unternehmenserfolg und Effizienz, ergibt. Die systematische Anwendung des VBS-Modells garantiert einen normierbaren Vergleich der VBS-Leistungsprofile.

Beispielsweise kann eine modular aufgebaute Druckmaschine keine ausreichende Differenzierungsmöglichkeit für die Druckerei gegenüber ihren Wettbewerbern leisten, denn die gleiche Modulbauweise kann beliebig oft angeboten werden. Wenn zum Maschinengeschäft noch mittels des VBS-Modells systematisch kundenspezifische Serviceleistungen produktbegleitend ermittelt und angeboten werden, kann sich die Druckerei ihren Kunden (Käufer von Druckprodukten) in einer wirksameren Leistungsdifferenzierung darstellen. Ein anderes Beispiel wäre eine Zweckgemeinschaft, die ein Druckmaschinenhersteller auf der Grundlage eines kundenspezifischen VBS-Leistungsprofils z.B. mit einem Farb- und einem Papierlieferant mit dem Ziel eingeht, gemeinsam die Wertschöpfungskette bei ihren Kunden (Druckereien) zu optimieren.

Kleine und mittlere Druckereibetriebe können nach diesem Ansatz des VBS-Modells von ihren Lieferanten die Erstellung und das Angebot von maßgeschneiderten VBS-Leistungsprofilen fordern, um damit ihre Geschäftstätigkeit auf Basis ihrer eigenen Kompetenzen und Wünschen strategisch ausrichten zu können.

Das VBS-Modell ist ein neues Instrument für die Serviceentwicklung und für die strategische Geschäftsausrichtung, dessen Grundlagen mittels einer hypothetischen Anwendung vorgestellt worden sind. Auf dieser Grundlage lassen sich zukünftig angepasste Maßnahmen und Strategien aber auch stützende Serviceleistungen strukturieren, entwickeln und auf ihr Wertschöpfungserfolg überprüfen. In der Dissertation werden Begriffe, Konzepte und Vorgehensweise für eine direkte Umsetzung des Modells in die Praxis definiert.

Eine reale Anwendung des VBS-Modells setzt die Betrachtung verschiedener Kennzahlen zur strategischen Geschäftsausrichtung von Unternehmen voraus, die bei kleinen und mittleren Druckereibetrieben selten vorhanden oder unpräzise sind. Für die reale Anwendung müssen diese Kennzahlen erst ermittelt werden. Da es sich zudem noch bei einer strategischen Geschäftsausrichtung im Sinne einer Ergebnisbetrachtung meist um die Feststellung von langfristig wirkenden Maßnahmen handelt, konnten im Rahmen des Promotionszeitraums lediglich wichtige Hinweise für die praktische Anwendung abgeleitet werden.

Quelle: Panshef, Veselin: *Entwicklung eines Modells zur strategischen Geschäftsausrichtung von Unternehmen des Grafischen Gewerbes mittels einer wertschöpfungsorientierten Strukturierung von industriellen Serviceleistungen.* Dissertation, TU Darmstadt, 2009.
Link zur Quelle: http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/1292/ (Stand: 06.04.2009)

Dipl. Wirtsch.-Ing. Michael Cordes, M. Sc.
"Forum Organic Electronics" der Metropolregion Rhein-Neckar

Michael Cordes ist Clustermanager der neu gegründeten InnovationLab GmbH, die zentrale Koordinationsaufgaben des Spitzenclusters „Forum Organic Electronics" der Metropolregion Rhein-Neckar übernimmt. Herr Cordes begann 1997 nach dem Wirtschaftsingenieur-Studium seinen beruflichen Werdegang als interner Unternehmensberater und durchlief als Innovation Manager verschiedene Stationen in den Vorstandsbereichen Technology Development sowie Business Development bei der Heidelberger Druckmaschinen AG. Parallel zu diesen Aufgaben hat er 2007 an der European Business School (ebs) in Kooperation mit der Singapore Management University und der Stanford University sein Studium als „Executive Master in Business Innovation" abgeschlossen.

Der Spitzencluster „Forum Organic Electronics" der Metropolregion Rhein-Neckar verbindet wissenschaftliche Exzellenz und wirtschaftliche Potenz, um das Innovations- und Wachstumspotenzial der Organischen Elektronik umzusetzen.

Der Spitzencluster „Forum Organic Electronics" ist ein Kooperationsnetzwerk aus derzeit drei DAX-Unternehmen (BASF SE, Merck KGaA und SAP AG), acht internationalen Großunternehmen (beispielsweise der Heidelberger Druckmaschinen AG und der Robert Bosch GmbH), fünf mittelständischen Unternehmen sowie elf Forschungseinrichtungen und Hochschulen, darunter zwei Eliteuniversitäten. Diese enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette, angefangen von der Erforschung und Entwicklung neuer Materialien, über die Konzeption von Devices und Systemen bis hin zur Vermarktung von Anwendungen und Dienstleistungen, ist weltweit einmalig. Vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wurde der Cluster im Herbst 2008 als Sieger des Spitzencluster-Wettbewerbes mit einer Förderung von 40 Mio. € über die nächsten fünf Jahre ausgezeichnet.

Die Clusterpartner sind dem Leitbild "Organic Electronics – Electronics for Innovation and Growth in a Green Environment" verpflichtet. Die Aktivitäten der Clusterpartner adressieren dabei die weltweit drängenden Probleme einer umweltfreundlichen Energieerzeugung mittels Organischer Photovoltaik, sparsamer Energienutzung mittels Organischer Leuchtdioden und die Ressourcen schonende, umweltfreundliche Produktion elektronischer Komponenten beispielsweise im Bereich intelligenter Verpackungen und Sensoren. Bei der Organischen Elektronik werden neue organische Materialien verwendet, die Ressourcen schonend herzustellen und einfach zu recyceln sind.

Ziel der Clusterpartner ist es zum weltweit führenden, integrierten Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsstandort, einem der attraktivsten Standorte für Nachwuchskräfte und Studierende sowie zum weltweit führenden Innovationszentrum für Wissenstransfer und Unternehmensgründungen zu werden. Um diese Ziele zu erreichen und die Ergebnisse der Forschung schneller in neue Produkte und Dienstleistungen umsetzen zu können, haben die wichtigsten Clusterpartner gemeinsam eine anwendungsorientierte Forschungs- und Transfergesellschaft, die InnovationLab GmbH (iL), gegründet.

Neben Aufgaben der gemeinsamen Forschung und der Kommerzialisierung der Forschungsergebnisse übernimmt iL die Aufgaben des Clustermanagements. Die Clusterstrategie des „Forum Organic Electronics" trägt zur nachhaltigen Stärkung der Innovationskraft des Clusters bei, vergrößert seine internationale Anziehungskraft und sichert damit Wachstum und Beschäftigung in der Region und in Deutschland.

Seinen geografischen Schwerpunkt hat der Cluster in der Metropolregion Rhein-Neckar und den benachbarten Gebieten in einem Umkreis von 90 km um Heidelberg. In der Region um Mannheim und Heidelberg soll ein deutsches Silicon Valley entstehen: Ein Cluster aus Wirtschaft und Wissenschaft zur anwendungsorientierten Forschung, zur schnellen Umsetzung in marktfähige Produkte, zur Nachwuchsförderung und für die zielgerichtete Unterstützung kleiner Start-ups.

Inhaltliche Schwerpunkte der gemeinsamen Forschung sind die Bereiche der Organischen Photovoltaik (OPV), der Organischen Speicher und Schaltungen (OSS) und der Kompetenzbereich Drucken als Querschnittsthema der Organischen Elektronik. In der Organischen Elektronik kommen neue organische Materialien mit besonderen

Eigenschaften zum Einsatz, die sich - anders als in der herkömmlichen, siliziumbasierten Elektronik - gezielt für spezielle Einsatzbereiche synthetisieren und damit optimieren lassen. Da sich als neue Produktionsmethode die Drucktechnologie anbietet, spielt die Druck- und Verfahrenskompetenz der Heidelberger Druckmaschinen AG und des Institutes für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) an der TU Darmstadt eine Schlüsselrolle.

Die Organische Elektronik ermöglicht innovative Anwendungen insbesondere in Bereichen, in denen elektronische Komponenten zu geringen Kosten und in großer Menge produziert werden müssen. Zu den wichtigen Anwendungsbereichen gehören die Organische Photovoltaik (OPV), Organische Schaltungen und Speicher (OSS), Organische Leuchtdioden (OLED) sowie Organische Sensoranwendungen (OSA).

• Die Organische Photovoltaik (OPV) weist einen bis zu dreimal höheren Erntefaktor auf als herkömmliche, siliziumbasierte Zellen. Anwendung findet die OPV unter anderem in flexiblen Solarzellen-Folien, die druckbar und damit kostengünstig herstellbar sind. Sie lassen sich auf Hausfassaden und Dächern aufbringen und tragen dazu bei, fossile Brennstoffe einzusparen und den CO_2-Ausstoß zu reduzieren. Dazu kommen transparente Solarzellen-Folien: Auf Fenstern aufgebracht, absorbieren sie Licht im infraroten Bereich, die so genannte Wärmestrahlung, und wandeln es in elektrische Energie um.

• Organische Schaltungen und Speicher (OSS), zum Beispiel sogenannte Smart Labels zur Identifikation von Handelswaren, lassen sich erheblich besser recyceln als herkömmliche RFID-Etiketten (Radio Frequency Identification) auf Siliziumbasis. Zugleich sind sie um den Faktor 100 günstiger herzustellen.

• Organische Leuchtdioden (OLED) sind die Beleuchtungssysteme der Zukunft. Sie verbrauchen circa 50% weniger Energie als heutige Energiesparlampen und sind zudem leichter zu entsorgen, da sie keine Schwermetalle enthalten.

• In der Medizintechnik können Organische Sensoranwendungen (OSA) deutlich ressourcenschonender produziert werden als konventionelle Sensoren, da sie keine Leiter aus Gold und Palladium benötigen.

Die Clusterpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft decken die gesamte Wertschöpfungskette ab: von der Materialentwicklung, über die Produktion von Bauteilen und Systemen bis hin zu Anwendungen (Abb. 1). Sie sind also in allen

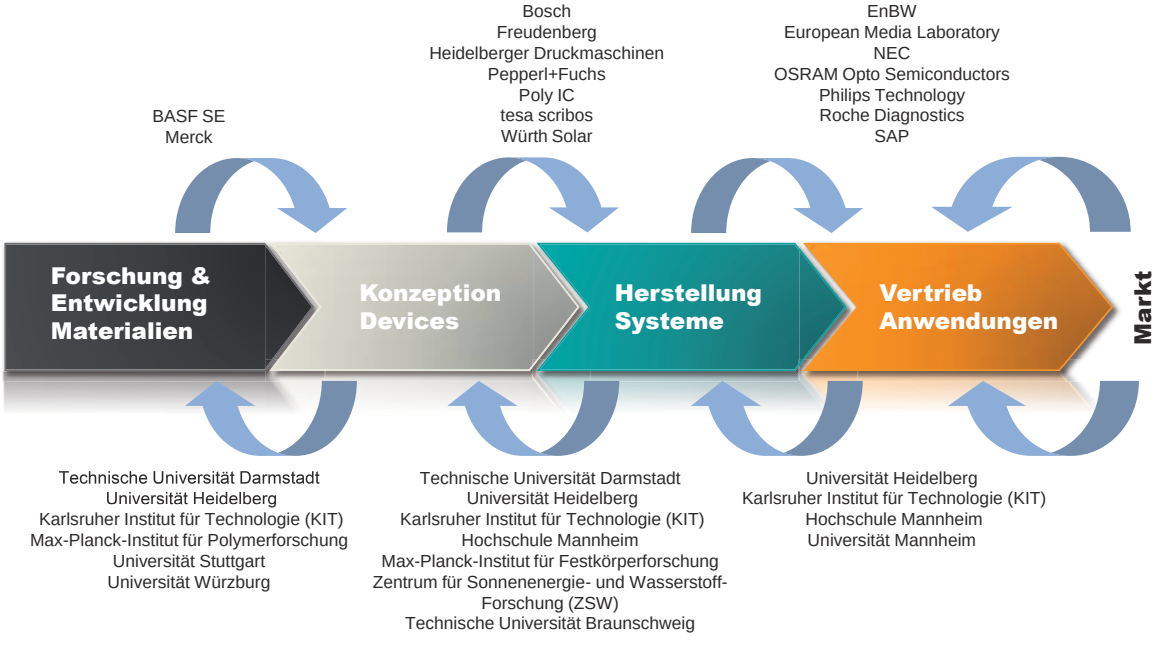


Abb. 1: Zusammenarbeit der Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft entlang der Wertschöpfungskette

Bereichen der Organischen Elektronik aktiv, in Forschung, Entwicklung und Produktion ebenso wie im Vertriebs- und Dienstleistungsbereich.

Clustermanagement durch ein gemeinsames Unternehmen, die InnovationLab GmbH (iL)

Im Mittelpunkt des Clusters steht die anwendungsorientierte InnovationLab GmbH (iL), die die Entwicklung moderner Innovationsstrukturen fördert und damit die Gründung neuer Unternehmen ermöglicht. Die iL ist die gemeinsame anwendungsorientierte Forschungs- und Transferplattform von Wissenschaft und Wirtschaft in der Metropolregion Rhein-Neckar. Sie wird getragen von den Universitäten Heidelberg und Mannheim sowie den Unternehmen BASF SE, Freudenberg & Co. KG, Heidelberger Druckmaschinen AG, Merck KGaA, Roche Diagnostics GmbH und SAP AG.

In Kooperation mit allen Partnern des „Forum Organic Electronics“ übernimmt die iL das Management des Clusters. Hierzu zählt vor allem, die Kommunikation zwischen den Partnern zu fördern und damit eine intensivere Kooperation der Clusterpartner im Bereich der Organischen Elektronik zu verwirklichen. Zudem wird eine Strategie zum besseren Transfer des im Cluster generierten Wissens in kommerzialisierbare Anwendungen entwickelt. Das ursprünglich informell organisierte Clustermanagement des Forum Organic Electronics wurde institutionalisiert und wird von den Clusterpartnern mit eigenen Ressourcen unterstützt. Dadurch ist auch eine enge Verzahnung in die operative Ebene der Partner sicher gestellt. Allgemein verfolgt das Clustermanagement das Ziel, den Cluster so zu fördern, dass Innovationen in Produkte münden, die Wirtschaftswachstum generieren und attraktive Arbeitsplätze in der Clusterregion fördern.

Das Clustermanagement ist dabei das zentrale Instrument des Clusters zur Überprüfung und Weiterentwicklung seiner Ziele. Es bietet clusterorientierte Dienstleistungen an, die kontinuierlich optimiert und an die Bedürfnisse des Clusters angepasst werden. Damit der regionale Spitzencluster „Forum Organic Electronics“ erfolgreich sein kann, ergeben sich notwendige Arbeiten im Bereich des Clustermanagements aus folgenden Gründen:

Offene Kommunikations- und Kooperationskultur

Durch die BMBF-Förderung des Spitzenclusters sollen Forschungsergebnisse schnell und erfolgreich in der Clusterregion umgesetzt werden. Dies kann besonders effektiv gelingen, wenn aktiv eine offene Clusterkultur aufgebaut wird. Hierzu setzt das Management auf Transparenz und Partizipation: Alle Partner beteiligen sich aktiv an der Willensbildung im Cluster, tauschen sich über relevante Fragen aus und wirken an Problemlösungen mit.

Weiterentwicklung des Clusters

Um die Fortschritte des Clusters „Forum Organic Electronics“ überprüfen zu können, haben die Partner einen klaren Zielkorridor mit messbaren Key Performance Indicators (KPIs) für den Bereich der Organischen Elektronik definiert. Die Aufgabe des Clustermanagements ist es, die Umsetzung der Strategie zu prüfen und über die Messung der KPIs weitere Methoden zu entwickeln, um die Fortschritte des Clusters zu bewerten, neue Entwicklungen aufzugreifen und gegebenenfalls eine Anpassung der Projekte und der Strategie vorzunehmen. Als Ergebnis dieser Fortschrittsmessung passt das Clustermanagement in Kooperation mit den Partnern die in der Strategie vorgelegten Technologie- und Produktroadmaps an. So kann sich der Cluster in seinen Prozessen und Kompetenzen kontinuierlich weiterentwickeln.

Erhöhung der internationalen Attraktivität des Forschungs- und Entwicklungsstandorts Clusterregion

Ziel ist es auch, den Bekanntheitsgrad und die internationale Anziehungskraft der Clusterregion als Innovations- und Wachstumsmotor zu erhöhen. Das Clustermanagement vertritt die Mitglieder gegenüber anderen Clustern und politischen Institutionen auf nationaler und internationaler Ebene. Dadurch erhöhen sich auch der Bekanntheitsgrad und die internationale Anziehungskraft für ausländische Unternehmen sowie für Nachwuchs-, Fach- und Führungskräfte.

Indem das Clustermanagement die Partner dabei unterstützt, ihre internationalen Ressourcen an deren Forschungs-, Produktions- und Vertriebsstandorten in den Cluster einzubinden, erhöht sich seine internationale Ausstrahlung. Die Clusterregion wird dadurch auch als ein Standort bekannt,

an dem ausländische Unternehmen mit intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit optimale Voraussetzungen vorfinden, um sich anzusiedeln.

Intensivierung des Innovations- und Gründungsgeschehens

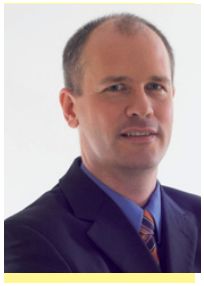
Um das Innovations- und Gründungsgeschehens in der Clusterregion zu fördern und einen erhöhten Nutzen aus der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft zu erzielen, sollen Erfindungen und neue Geschäftsmodelle nicht nur bei den etablierten Partnern Anwendung finden. Auch durch Start-ups und Spin-offs in der Clusterregion sollen Erfindungen wirtschaftlich umgesetzt werden. Dabei geht es nicht allein um die Erschließung von Nischenmärkten, sondern auch um sogenannte disruptive Technologien, die bereits vorhandene Märkte durch Innovationen grundlegend verändern und jungen Unternehmen zu einer Spitzenposition in etablierten Märkten verhelfen können.

Fazit

Gemeinsam arbeiten alle Clusterpartner an der Verwirklichung innovativer Anwendungen und Produkte aus dem Bereich der Organischen Elektronik, einem Zukunftsmarkt mit enormem Potential. Schwerpunkte hierbei sind die umweltfreundliche Energieerzeugung mittels Organischer Photovoltaik, die sparsame Energienutzung durch Organische Leuchtdioden und die Ressourcen schonende, umweltfreundliche Produktion elektronischer Komponenten, wie Schaltungen, Speicher und Sensoren. Die besondere Kompetenz des Clusters liegt dabei im Bereich der Drucktechnologie als kostengünstige Herstellungsmethode für Organische Elektronikbauteile.

Die Clusterpartner aus Wissenschaft und Wirtschaft sind in der gesamten Wertschöpfungskette aktiv: in Forschung, Entwicklung und Produktion ebenso wie im Vertrieb und im Dienstleistungsbereich. Sie sehen daher große Chancen, in der Zukunftstechnologie Organische Elektronik eine weltweit führende Rolle zu spielen und in der Metropolregion Rhein-Neckar Arbeitsplätze zu sichern und zu schaffen.

Dipl.-Ing. Thomas Walther
Steinemann Technology AG - Komplexität entflechten, an Kundennutzen orientieren



Geboren 1964 in Neustadt an der Weinstrasse, Studium an der Hochschule für Druck (heute Hochschule der Medien) Stuttgart, 1990 Abschluss als Druckingenieur, 1996 Zusatzabschluss an der Universität Kaiserlautern „Total Quality Management“, 1990-2008 Versuchsingenieur in Forschung & Entwicklung bei der MAN Roland Druckmaschinen AG (heute manroland AG), Offenbach am Main und 2000-2003 Abteilungsleiter Drucktechnik Versuch und Service, 2004-2008 Abteilungsleiter Neue Technologie. Seit Oktober 2008 Leiter Technik und Technologie bei der Steinemann Technology AG, St. Gallen, Schweiz

Der Wahlschweizer Einstein postulierte folgende Anforderungen an Wissenschaft und Entwicklung: „Keep it as simple as possible, but not simpler“. Einstein wusste, dass in der Komplexität die Kosten liegen und forderte auf immer die einfachste Lösung für das aktuelle Problem bzw. Anforderung zu suchen. Firmen, die Komplexität beherrschen oder diese reduzieren können, ohne an Individualität und Flexibilität gegenüber den Kunden zu verlieren, können diese Stärke im Wettbewerb nutzen.

Viele Druckereien suchen die Ursache der Komplexität außerhalb des Unternehmens. Um im Markt erfolgreich zu sein, sollen alle Anforderungen der Märkte und die vielfältigen Wünsche der Kunden erfüllt werden. Es ist oftmals nicht so wichtig, bei jedem Auftrag zu verdienen. Hauptsache der Kunde ist zufrieden.

Diese Einstellung führte zu einem Technologiepush, der auch von den Druckmaschinenherstellern nachvollziehbar kräftig angefeuert wurde. Doppellackmaschinen sind ein Beispiel solch hoher Komplexität. Sie bieten ein Maximum an Veredelungsmöglichkeiten, sind aber technisch und auch ökonomisch schwer beherrschbar.

Die Produktionsrealität in den Druckereien zeigt jedoch, dass Doppellackmaschinen in vielen Fällen nur zu einem sehr kleinen Teil ihre Veredelungsmöglichkeiten ausnutzen. Die Mehrzahl der Aufträge besteht aus Primer / UV – Aufträgen mit Aussparlackierung oder sogar nur aus Einfachlackierungen.

Dennoch müssen bei jedem Auftrag die gesamte Ausstattung an Trocknern, zusätzlichen Druckwerken und höheren Betriebskosten mitfinanziert werden. Der steigende Wettbewerbsdruck führt dazu, dass den Aufträgen mit einem hohen Veredelungsgrad nicht alle Kosten belastet werden können. Die Folge ist, dass die Wettbewerbsfähigkeit bei „normalen“ Aufträgen sinkt.

Das Beispiel der Doppellackmaschinen kann durchaus auch auf andere Druckmaschinen hoher Komplexität übertragen werden: 5 über 5 Druckmaschinen, die nur 2 / 2 farbig betrieben werden oder so genannte Hybrid – Maschinen, mit denen der Markt überschwemmt wurde. Folge ist, dass viele Druckereikunden versuchen, solche Maschine abzustoßen, da der Markt das benötigte Volumen an entsprechenden Aufträgen nicht hergibt.

Ziel der künftigen Entwicklungen muss es daher sein Komplexität zu entflechten und somit die Wettbewerbsfähigkeit der Kunden zu steigern. Komplexität kann einerseits durch neue Technologien reduziert werden, wie das folgende Beispiel zeigt:

Plasmabehandlung von Klebeflächen

Die Plasmatechnologie wird vom BMBF[1] als Schlüssel- oder Querschnittstechnologie bezeichnet, da diese durch ein „hohes Potenzial für Innovationen, Wertschöpfungen, Nachhaltigkeit und Wachstum, ihre technologische Breitenwirkung und Umweltverträglichkeit bestimmt“[2] ist.

Bezeichnend für Querschnittstechnologien ist, dass die Anwender erst lernen müssen, wie sich Prozesse und Produkte durch die neue Technologie verändern können. Anfänglich kommt es nur zu inkrementalen Veränderungen, mit wachsender Kenntnis werden neue Produkte und Verfahren geschaffen, die die Vorteile der neuen Technologie nutzen.
Plasmatechnologie ist heute in vielen Industrien Stand der Technik, während diese Technologie in der Druckindustrie erst langsam Einzug hält.

In der Druckindustrie kommt die Plasmatechnologie in erster Linie in der Modifikation von Oberflächen zu tragen. Die gezielte Veränderung von Oberflächen erlaubt die Veränderung von Gebrauchseigenschaften, ohne dass der eigentliche Grundstoff geändert werden muss. Kunststoffe mit einer niedrigen Oberflächenspannung lassen sich nach einer Oberflächenmodifikation bedrucken, UV-lackierte Oberflächen verkleben. All dies wäre ohne die Plasmatechnik nicht denkbar.

[1]Atmosphärendruck – oder Niederdruckplasma als Alternative in der Druckindustrie Atmosphärendruck-oder Niederdruckplasmaanlagen unterscheiden sich von dem Wirkprinzip von den klassischen Corona - Anlagen. Im Unterschied zu Corona- Behandlung wird die Entladung innerhalb einer Düse zwischen zwei Elektroden erzeugt und mit einem Gas, zum Beispiel Druckluft, auf die Bedruckstoffoberfläche gelenkt

Die Niederdruckplasmaeinrichtung ist auf der Seite des Bedruckstoffs angeordnet, die behandelt werden soll, so dass keine elektrische Entladung durch das Substrat hindurch erfolgt. Vorteilhaft erweist sich, dass im Gegensatz zu der klassischen Corona – Behandlung neben Kunststoffmaterialien auch Materialien mit einer Metallbeschichtung oder einem Metall- / Folienverbund behandelt werden können.

Der grosse Vorteil der Niederdruckplasmabehandlung liegt in der hohen Intensität und Homogenität der Behandlung. Für die hohe Wirkung sind unter anderem das Ungleichgewichtsplasma, der Temperaturschock während der Behandlung ohne Wärmetransfer in den Bedruckstoff. Die Oberflächenenergie wird dabei meist in Sättigung gebracht und erreicht Werte > 72mN/m. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist die gleichzeitige elektrostatische Entladung und die gute Reinigungswirkung der Oberfläche gegen Verunreinigungen.[3]

Die Niederdruckplasmabehandlung hat daher viele Vorteile, die effektiv Prozesse in der Druckindustrie verbessern helfen können. Ein Beispiel, wie moderne Komplexität durch Plasmaanwendung in der Produktion gesenkt werden kann, ist die Verklebung von vollflächig lackierten Faltschachteln bei einer hohen Produktionssicherheit.

In der Faltschachtelproduktion werden die meisten Lackierungen als Aussparlackierung ausgeführt, um eine sichere Verklebung in der Faltschachtelklebemaschine zu gewährleisten.

In den Augen des Faltschachtelverkäufers war die Aussparlackierung nie ein „Muss“. Die Kundenforderung ist eine sichere Verklebung, ohne dass sich die Verpackung während ihrer Lebenszeit ungewollt öffnet. Entwicklungsziel muss daher sein diese Kundenforderung möglichst optimal und kostenoptimiert zu erfüllen.

Die Rüstzeiten der Offsetdruckwerke wurden in den letzten Jahren immer weiter reduziert. Highlights setzten die Firmen manroland mit der DirectDrive Technologie oder KBA mit der KBA Drivetronic. Diese Maschinen ermöglichen einen kompletten Plattenwechsel innerhalb von 6-8 Minuten bei einer 6 Farbenmaschine. Stiefkind, auch wenn in diesem Bereich in den letzten Jahren deutliche Leistungssteigerungen erzielt wurden, sind die Lackwerke geblieben.

Der Faltschachteldruck erforderte bisher das Aussparen von Klebelaschen um innerhalb der Faltschachtelklebemaschine diese mit einem handelsüblichen Kaltleim verkleben zu können. Dies erfordert einerseits Vorbereitungszeit der Lackplatte (gestripptes Gummituch, Polymerplatte) und die Rüstzeiten innerhalb der Druckmaschine, die bis zu 20 Minuten betragen können. Auch organisatorisch ist die ausgesparte Lackierung eine Störgrösse, da in vielen Druckereien Lackplatten beim externen Dienstleistern bezogen werden.

Ein Verzicht auf die ausgesparte Lackierung bringt daher einen deutlichen Rationalisierungsvorsprung und Kostensenkung. Dies würde aber bedingen, dass Faltschachteln auch ohne Aussparung mit handelsüblichem Kaltleim verklebt werden.

Bobst hat mit der Openair® Plasmatechnologie gezeigt, dass dies möglich ist. Innerhalb der Faltschachtelklebemaschine werden atmosphärische Plasmadüsen der Firma Plasmatreat installiert mit denen die Klebstellen der Faltschachtel behandelt werden. Durch diese Behandlung ist die Verklebung mit kostengünstigem Kaltleim möglich, wie erfolgreich auf den Bobst Competence Days auf schwierigsten Materialien, wie Kunststoffmaterial und UV – lackierten Faltschachteln live demonstriert wurde.

[1] Siehe BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) Broschüre „Plasmatechnik Prozessvielfalt + Nachhaltigkeit“ Mai 2000
[2] dito
[3] Siehe auch: Uwe Hartmann, „Plasmabehandlung bei Normaldruck für Bahnwaren gehalten auf dem Freiberger Polymertag 2001“, Polysurfaces No. 2/04

Durch moderne Technologie wurde erfolgreich Komplexität reduziert. Die Kosten für gestrippte Lackplatten und die Rüstkosten hierfür entfallen. Der Produktionsfluss wird schlanker und der Organisationsaufwand geringer. Das Bobst hierbei ein Kundenbedürfnis getroffen hat, zeigen die hohen Verkaufszahlen und die hohe Zahl der Nachrüstungen an Faltschachtelklebemaschinen.

Diese Entwicklung zeigt auch, dass die reine Fokussierung auf die Druckmaschine und die Optimierung derselben, nicht immer zu optimalen Ergebnissen führt. Der Fokus muss immer auf dem Gesamtprozess liegen.

Komplexität und Kosten durch Entflechtung der Produktionsprozesse senken

Komplexität und Kosten lassen sich andererseits auch durch Entflechtung der Produktionsprozesse senken.

Die Druckindustrie beschäftigte sich in den letzten Jahren mit der höheren Integration von Produktionsprozessen in der Druckmaschine. „One-Pass-Productivity“ war ein häufiges angeführtes Schlagwort. Inline- Veredelung ist sinnvoll, wenn die entsprechenden Kapazitäten sinnvoll durch entsprechende Produkte ausgelastet werden können oder die Inline - Produktion Features bietet, die Offline, also ausserhalb der Druckmaschine nicht oder nur mit einem hohen Aufwand, realisiert werden können.

Dennoch denken und investieren Faltschachtelbetriebe aus Kosten- und Prozesssicht in eine Offline – Veredelung, denn nur ein Teil der Produktion besteht aus aufwendig veredelten Motiven. Die Bobst Plasmatechnologie ist ein weiterer Treiber, die diese Entwicklung beflügelt. Mit Ihr können einfache vollflächige Lackiermaschinen in ihren Einzug in den Verpackungsdruck finden.

Mit der Offline Veredelung lassen sich Kosten senken und die Prozesskomplexität weiter verringern:

Kosten senken:

1. Niedrige Lackkosten

Dank der perfekten Bogenvorbereitung mittels geheiztem Kalander, der Walzenauftragstechnologie im Lackwerk, sowie der langen Verlaufstrecke liegt die Lackauftragsmenge im Offline – Betrieb (Daten bezogen auf Steinemann Colibri Lackiermaschine) bei ca. 2-3g/qm. Im Inlinebetrieb mit einer 20ccm Rasterwalze liegt dagegen der Lackauftrag bei ca. 6-7g/qm (ca. 1/3 des Schöpfvolumens). Bei vergleichbaren und meist höheren Glanzwerten lassen sich durch die Offline – Lackierung ca. 50% der teuren UV - Lackkosten einsparen.

2. Niedrige Druckfarbenkosten

Der UV – Lack kann in der Offline – Lackierung in den meisten Fällen direkt auf die konventionelle Druckfarbenschicht aufgetragen werden. Eventuell störende Puderreste werden durch den vorgeschalteten Kalander gekrackt und entfernt. Alternativ kann in der Druckmaschine ein schnell trocknender Primer eingesetzt werden. In beiden Fällen sind deutliche Kosteneinsparungen durch den Einsatz konventioneller Druckfarben gegenüber dem Einsatz von UV - Druckfarben zu erzielen. Im Vergleich zu einer Doppellackmaschine entfallen noch die Prozessrisiken, durch die Kombination der unterschiedlichen Materialien entstehen.

3. Volle Produktivität der Druckmaschine

Prozessbedingte Produktivitätsverluste im Inline-Lackierprozess durch die hohen Rüstzeiten der Lackwerke treten nicht auf. Unproduktive Rüstzeiten minimieren sich gegenüber der Inline-Lackierung massiv. Auch die hohen Rüstzeiten eines Wechselbetriebs bei der Umstellung konventionelle Produktion auf UV Produktion entfallen. Der Offline-Prozess erlaubt mit einem Druckfarbensystem, ohne Wechsel, UV- und konventionelle Anwendungen zu produzieren.

4. Keine Lackformkosten

Bei Einsatz der Bobst Openair@ Plasma Oberflächenbehandlung in der Klebemaschine kann im Faltschachteldruck auf Aussparung der Klebelaschen verzichtet werden. Die Kosten für gestrippte Lackplatten oder – gummitücher entfallen gänzlich.

5. Geringere Investitionskosten

Die Kombination konventionelle Druckmaschine und Offline Lackiermaschine stellt sich in den meisten Fällen deutlich günstiger dar, als die Investition in eine Wechselbetriebs- oder Doppellackmaschine. Für die Offline – Maschine wird zwar zusätzliches Bedienpersonal benötigt, die Anforderung an Qualität des Personals ist wegen

des einfachsten Prozess sehr gering.

Komplexität verringern

Einstein` Maxime „everything should be made as simple as possible, but no simpler“ gilt auch für den Druckbetrieb. Makulaturen aufgrund von Materialunverträglichkeiten, Haftungsproblemen oder langen Einschwingzeiten der UV - Druckfarben kennen die meisten Anwender. Hier liegen direkte und indirekte Kosten in dem Prozess selber. Offline- UV Lackierung ist aus Prozesssicht der einfachste Prozess, ohne Abstriche an der Qualität zu machen.

1. Flexibilität

Produktions- und Prozessplanung werden durch den Offline – Prozess deutlich vereinfacht, UV – Aufträge sind nicht mehr zwingend an eine UV – Druckmaschine gebunden.

2. Kein Sujeteinfluss

Im Offline – Prozess wird der UV – Lack auf eine weitgehend weggeschlagene und getrocknete konventionelle Druckfarbe aufgetragen, deswegen zeigen Bildbestandteile mit hoher Farbbedeckung denselben Glanz wie Bereiche mit geringer Flächendeckung. Dagegen zeigt sich im Inline-Prozess, insbesondere im Doppellackprozess, eine deutliche Abhängigkeit des Glanzgrades von der vorgedruckten Farbschichtdicke. Dem kann zwar im Vorstufenprozess durch eine konsequente Anwendung der Unterfarbenreduktion entgegen gewirkt werden, dennoch ist das menschliche Auge sehr sensibel für kleinste Glanzunterscheide. Der Offline – Prozess bietet eine höhere und durchgehende Prozesssicherheit.

3. Kein Wechselbetrieb, keine Qualitätskompromisse

Druckmaschinen, die nicht mit 100% mit UV Aufträgen ausgelastet sind, werden im Wechselbetrieb betrieben. Kombimaterialien für Walzen, Gummitücher und die dazu gehörigen Waschmittel sind immer ein Kompromiss. Zudem die Standzeit dieser Maschinenmaterialien durch die hohe chemische und mechanische (Quellen / Schrumpfen) geringer als bei den ausgereiften Materialien für den konventionellen Druck.

4. Höchste Standardisierung

Für die Endkunden der Faltschachtelbetriebe wird es immer wichtiger eine reproduzierbare Qualität zu erhalten. Inline- UV Lackveredelung und der Druck mit UV – Druckfarben hat oftmals eine schlechtere Reproduzierbarkeit wegen der Komplexität der Materialpaarungen Druckfarbe/ Substrat und Lack. Alle Druckmaschinehersteller suchen daher nach einer standardisierten Materialauswahl, um dem Prozessstandard Offset im UV Druck wenigstens nahe zu kommen.

Im Offline –Prozess können die gültigen Branchenstandards ohne Klimmzüge bewältigt werden. Die Kunden können standardisierte und reproduzierte Qualität erwarten.

Sicher wurden hier nur einige Ansätze zur Kosten- und Komplexitätsreduktion aufgezeigt. Ziel jeder Entwicklung muss es sein, dem Kunden das Werkzeug an die Hand zu geben, die seine jeweiligen Anforderungen optimal erfüllt. Dabei muss der gesamte Prozess, vom Auftragseingang bis zum Endprodukt betrachtet werden. Die alleinige Fokussierung auf die Druckmaschine und die höhere Integrationsdichte war in der Vergangenheit nicht für alle Kunden optimal und führte zu Kostennachteilen im Wettbewerb.

Dr.-Ing. Jan Fetter
Verfahren zur Messung von Farbschichtdicken in Druckwerken mittels ferromagnetischer Resonanz

Geboren am 01. Februar 1978 in Prag (Tschechien), 1992-1996 Technisches Gymnasium für Maschinenbau in Prag, Fachrichtung Diagnostik und Betrieb von Kraftfahrzeugen, 1996-2002 ČVUT (Technische Universität Prag) – Fakultät für Elektrotechnik, 2002-2003 Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Diplomarbeit am Fachgebiet Elektrische Energiewandlung (Prof. Dr.-Ing. P. Mutschler), 2004 - 2009 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Darmstadt, Fachbereich Maschinenbau, Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (Prof. Dr.-Ing. E. Dörsam),
seit 5. 2009 Areva NP GmbH, Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung

Kurzfassung der Dissertation

Die Bestimmung von Farbschichtdicken auf Farbwalzen in Farbwerken von Druckmaschinen und auf dem Bedruckstoff ist ein bekanntes messtechnisches Problem.

Die vorliegende Dissertation zeigt, wie sich die schnelle und genaue Messung von Farbschichtdicken durch Beimischung geringer Mengen von magnetischen Nanopartikeln zur Druckfarbe durchführen lassen. Diese Nanopartikel besitzen ein charakteristisches Absorptionsspektrum für Mikrowellen, das zur Bestimmung der Schichtdicke ausgewertet werden kann.

Die Absorption lässt sich im Zustand der ferromagnetischen Resonanz durch ein zusätzliches von außen angelegtes Magnetfeld beeinflussen und dadurch von der Mikrowellenabsorption des übrigen Bestandteils der Druckfarbe unterscheiden.

Die Arbeit hat das Ziel, zu beweisen, dass sich dieses Messprinzip praktisch realisieren lässt und zu eindeutigen Messergebnissen führt. Ferner soll sie die Grundlagen für weiterführende Forschungsaktivitäten liefern.

Nach einer vergleichenden Gegenüberstellung bekannter Messverfahren zur Schichtdickenmessung wurden die physikalischen Prinzipien der ferromagnetischen Resonanz vorgestellt und ein Beschreibungsmodell hergeleitet, um daraus Grundlagen für die Entwicklung und Realisierung einer Messapparatur zu schaffen.

Mit dieser Messapparatur wurden Messungen an bedruckten Proben, sowie an rotierenden Walzen durchgeführt. Es wurden Offsetdruckfarben verwendet, die mit magnetischen Nanopartikel versetzt waren. Mit diesen Messungen wurde das physikalische Modell verifiziert und die Korrelation zwischen den Dicken der untersuchten Schichten und der Intensität der jeweiligen Messsignale nachgewiesen.

1 Ferromagnetische Nanopartikel

Die Nutzung des Prinzips der ferromagnetischen Resonanz zur Schichtdickenmessung von Druckfarben ist an den Einsatz ferromagnetischer Nanopartikel (Nanoferrite) gebunden. Es handelt sich um kleine Partikel annähernd sphärischer Form und Größe von ca. 5 nm bis 15 nm aus superparamagnetischen Materialien. Physikalisch betrachtet besitzt jedes einzelne Nanopartikel einen permanenten magnetischen Dipol (Nord- und Südpol), ist also in erster Näherung ein elementarer permanenter Magnet.

2 Ferromagnetische Resonanz in Farbschichten

Zur Messung der Farbschichtdicke (0,5 – 10 µm) wird der Druckfarbe eine bestimmte Menge von ferromagnetischen Nanopartikeln zugemischt. Alle andere Bestandteile der Druckfarbe haben keinerlei ferromagnetische Eigenschaften. Jedes Nanopartikel hat ein bekanntes magnetisches Moment und entspricht somit einem magnetischen Dipol. Die Richtungen der Dipole sind räumlich zufällig verteilt (Abbildung 1a). Die zu messende Probe wird in ein homogenes Magnetfeld gelegt (Abbildung 1b). Jetzt richten sich die Dipole nach diesem Magnetfeld aus und führen um diese Richtung die Präzessionsbewegung aus. Die magnetischen Momente der einzelnen Partikel haben in ihrer Präzessionsbewegung keine gemeinsame Phasenlage. In der Summe heben sich die magnetischen Momente weitgehend auf.

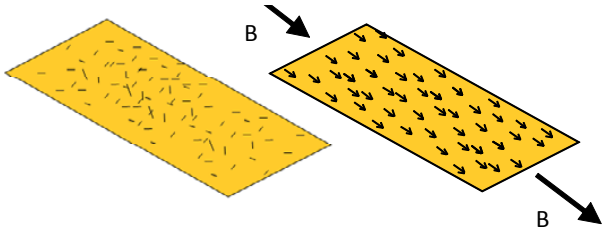


Abb. 1: a) Farbschicht mit zugemischten Nanopartikel (zufällige Dipol-Anordnung); b) Ausrichtung der Dipole im Magnetfeld B

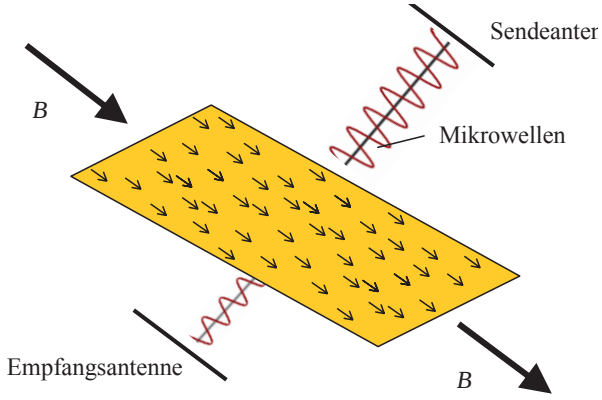


Abb. 2: Ausrichtung der Dipole im Magnetfeld B und schematische Darstellung der Sende- und Empfangsantenne

Dazu werden entsprechend gestaltete Sende- und Empfangsantennen benutzt. Sobald die Frequenz der Mikrowellenstrahlung der Winkelgeschwindigkeit der Präzession entspricht, absorbieren die zugemischten Nanopartikel einen gewissen Anteil der Energie der Mikrowellenstrahlung. Da die absorbierte Energie der Anzahl Nanopartikel proportional ist, können aus der gemessenen Erhöhung der Mikrowellenabsorption während der Resonanz Rückschlüsse auf die Anzahl der absorbierenden Nanopartikel und somit auch auf die gesuchte Farbschichtdicke gezogen werden.

3 Theorie

Bewegungsgleichung des Dipoles im Magnetfeld B [BER80]

$$\frac{d\boldsymbol{m}}{dt} = \gamma\left(\boldsymbol{m}\times\boldsymbol{B}\right)$$

worin γ das gyromagnetische Verhältnis, eine Naturkonstante mit dem Wert 2π•28 GHz/T ist und m das magnetische Moment.

Um das Bestreben der Partikel zum Gleichgewichtszustand (sog. Relaxation) zu berücksichtigen, muss zu dieser Gleichung ein empirisches Zusatzglied hinzufügt werden, das dem Maxwellschen Relaxationstheorem entspricht. Die modifizierte Landau-Lifshitz-Bewegungsgleichung lautet dann [SAU05]

$$\frac{d\boldsymbol{m}}{dt} = \gamma\cdot\left(\boldsymbol{m}\times\boldsymbol{B}\right) - \frac{1}{\tau_2}\left(\boldsymbol{m}-\boldsymbol{m}_0\right)$$

worin m_0 das Gleichgewichtsmoment und τ_2 die Relaxationszeit ist.

Die Permeabilität einer Suspension der Nanopartikel aus N_p Partikeln mit der Volumenkonzentration $\varphi = \frac{N_p}{V}V_p$ wobei V_p das Volumen eines einzigen Partikels ist, die in einer Volumen V gleichförmig verteilt sind, kann mit Hilfe der Clausius-Mosotti Gleichung berechnet werden.

$$\hat{\mu}^{(d)} = 1+\frac{3\varphi\left(\hat{\mu}-1\right)}{4\pi\left(\hat{\mu}+2\right)} = 1+\frac{\varphi}{4\pi}\frac{\gamma M_0}{\gamma B_{ext}-\omega-\frac{i}{\tau_2}}$$

M_0 entspricht der Sättigungsmagnetisierung des magnetischen Materials, aus dem das Partikel besteht, B_{ext} dem externen Magnetfeld und ω der Präzessionsfrequenz.

Der Absorptionskoeffizient α einer Suspension von magnetischen Nanopartikeln, wie sie z. B. in einer Zubereitung von Nanopartikeln in Druckfarbe gegeben ist, die von hochfrequenten elektromagnetischen Wellen bestrahlt werden, ist dann durch den Imaginärteil der Permeabilität

$$\alpha\left(\omega,B_{ext}\right) = \mathrm{Im}\mu^{(d)} = \frac{\varphi\gamma M_0}{4\pi\tau_2}\frac{1}{\left(\omega-\gamma B_{ext}\right)^2+\frac{1}{\tau_2^2}}$$

gegeben [SAU05].

Die Abhängigkeit des Absorptionskoeffizientes α von der magnetischen Induktion B_{ext} als Imaginärteil der komplexen Funktion der Suszeptibilität ist der entscheidende physikalische Effekt für alle weiteren Überlegungen zu dem zu entwickelnden Messprinzip.

Die in der Farbschicht absorbierte Leistung P_{abs} ist proportional der Blindleistung der bestrahlenden Wellen und zum Volumen der Farbschicht V_{abs}

$$P_{abs} = \alpha \frac{dP}{dV} V_{abs}$$

mit als Blindleistungsdichte der Mikrowellen.

Generell gilt, dass $P \sim U^2$ ist. Der Spannungsabfall an der Empfangsantenne entspricht der von den Nanopartikeln absorbierten Leistung.

Gesuchter Zusammenhang

$$\frac{\Delta U}{U_0} = \frac{\alpha}{2 d_A} d$$

worin d_A der zur gemessenen Schicht entfernungsbezogene Koeffizient der Sendeantenne und d die gemessene Farbschichtdicke ist.

4 Messkonzept

Die Messapparatur (Abb. 3) besteht aus einem Hoch- und Niederfrequenzteil. Die wichtigsten Baugruppen des Hochfrequenzteils sind der Hochfrequenzgenerator, Sende- und Empfangsantenne, Hochpassfilter, Demodulator, Tiefpassfilter und die Oszilloskopkarte. Die wichtigsten Baugruppen des niederfrequenten Teils sind Magnetfeldmodulator und Spule. Die Messprobe (Walze mit aufgetragener Farbschichtdicke) befindet sich im magnetischen Feld Bext, das von der Spule generiert wird, die aus dem Magnetfeldmodulator gespeist wird. Die Frequenz des Magnetfeldes lag bei 50 Hz. Zusätzlich wurde die Messprobe mit einer Mikrowellenstrahlung von 880 MHz bestrahlt, die von dem Hochfrequenzgenerator PXI 5441 generiert wurde. Im Demodulator entsteht aus dem mit der zeitabhängigen Absorptionsfähigkeit des Ferrits modulierten Hochfrequenz die Niederfrequenzhüllkurve, deren Signalspannung dem Verlauf der Absorption als Funktion des momentan ab der Probe anliegenden Magnetfeldes wiedergibt. Das Signal wird danach zur Oszilloskopkarte geleitet, die es visualisiert, speichert und der Signalanalyse zuführt.

5 Abhängigkeit des Messsignales zur gemessene Farbschichtdicke

In Abb. 4 sind die Messergebnisse der Schichtdickenbestimmung der Farbe, der 9,15 Gew. % Nanopartikel $Mn_{0,55}Zn_{0,45}Fe_2O_4$ beigemischt, die auf Papierproben im Offsetverfahren gedruckt waren.

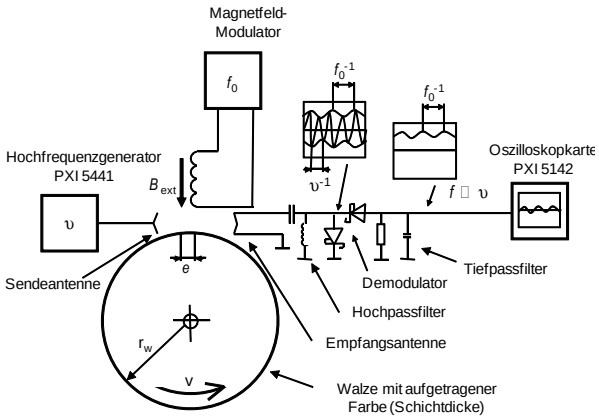


Abbildung 3: Schematischer Aufbau der Messapparatur für rotierende Proben

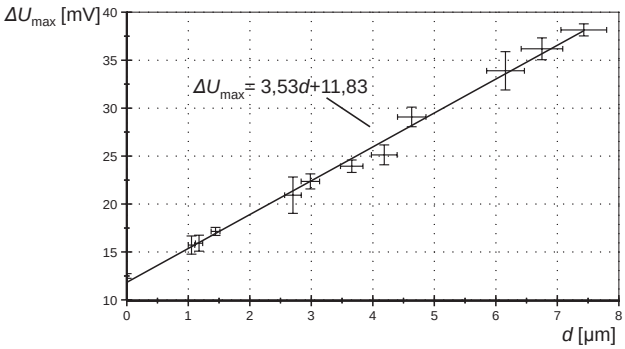


Abb. 4: Signal – Schichtdickeabhängigkeit für Bedruckstoff Papier 2 und aufgedruckte Farbe mit eingemischten 9,15 Gew. % der Nanopartikeln $Mn_{0,55}Zn_{0,45}Fe_2O_4$

Auf der Abszisse ist die Schichtdicke aufgetragen, auf der Ordinate die Amplitude der absorbierten Leistung (als Spannungsabfall an der Empfangsantenne gemessen).

Die durchgeführten Messungen bestätigen die theoretisch hergeleitete direkte Proportionalität zwischen der Schichtdicke und dem gemessenen Signal.

6 Literatur

[BER80] Bergmann, L.; Schaefer, C.: Lehrbuch der Experimentalphysik, Berlin: de Gruyter, 1980.

[SAU05] Sauer, H. M., Spiekermann, C, Hempelmann: Nanoscaled Nickel-Zinc-Iron Oxides of Spinell Type as Soft Magnetic Colloids and their ferromagnetic Resonance, 2005.

[FET09] Fetter J: Verfahren zur Messung von Farbschichtdicken in Druckwerken mittels ferromagnetischer Resonanz, Dissertation, 2009

Arbeitssicherheit in Druckereien und Betrieben der Papierverarbeitung im Überblick

Dr.-Ing. Alfred Neudörfer

Geboren 1947 in Schönbach/Eger, 1965/69 Maschinebaustudium TH Pilsen und 1979/73 an der Technischen Hochschule Darmstadt. Projektingenieur Firma Schenck AG, 1975/79 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Maschinenelemente und Mechanik (Prof. Dr.-Ing. Walter Raab) der TH Darmstadt, Promotion 1980, 1980/1990 Technischer Aufsichtsbeamter der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden. Seit 1990 Akademischer Direktor am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt, seit 2001 Gastprofessor für Sicherheitstechnik an der Nagaoka University of Technology, Japan.

Das Streben nach Sicherheit – also nach Ausbleiben von unliebsamen Überraschungen, z. B. von Unfällen, ist ein grundlegendes Bedürfnis eines jeden Menschen. Das gilt für den privaten Bereich und erst recht fürs Berufsleben. Denn jede Arbeit ist erstmal mit Unfall- und Gesundheitsrisiken verbunden, die jedoch möglichst gering gehalten werden müssen. Das ist nicht nur eine gesetzliche Pflicht oder ein moralisches Gebot sondern auch eine Maxime der wirtschaftlichen Vernunft. Die Arbeitssicherheit hat in Deutschland ein bemerkenswert hohes Niveau erreicht. Die Anzahl der Arbeitsunfälle nimmt im industriellen Bereich seit Jahren kontinuierlich ab, auch in unserer Branche. Das hat u. a. einen plausiblen Grund: Nicht selten übernahmen in der Vergangenheit die Drucker und die Papierverarbeiter in vielen Fragen des sicheren Arbeitens eine Vorreiterrolle ein.

Blick zurück

Der soziale Arbeitsschutz und die technische Arbeitssicherheit haben in Deutschland eine bemerkenswerte Entwicklung hinter sich gebracht, angefangen mit dem „Preußischen Regulativ über die Beschäftigung jugendlicher Arbeiter“ von 1839, über die Einführung der Gewerbepolizei 1853, den Zentralen Verband der Preußischen Dampfkesselvereine 1884 bis zur Bismarck`schen Sozialgesetzgebung 1885, aus der die Unternehmer-Pflichtunfallversicherung in Form von Berufsgenossenschaften für den allgemeinen Arbeitsschutz besonders hervorzuheben ist. Die allererste gewerbliche Berufsgenossenschaft Deutschlands war die im Jahr 1885 gegründete und in Leipzig angesiedelte Deutsche Buchdrucker-Berufsgenossenschaft. Die Liste der Gründungväter liest sich wie ein „Who is Who“ in der damaligen Verlagslandschaft.

Aber auch auf dem Gebiet des technischen Arbeitsschutzes und der Unfallforschung bewiesen die Vertreter unserer Branche schon früh eine bemerkenswerte Weitsicht: *“Die Unfallverhütungstechnik ist eines jener wichtigen Sondergebiete der technischen Wissenschaften, durch deren Verwertung nicht nur einem bestimmten Interessentenkreise, sondern der gesamten mit der Technik in Berührung kommenden Bevölkerungsschichten die größten Vorteile erwachsen, an deren Ausgestaltung, Förderung und Vervollkommnung daher auch die Angehörigen dieser Schicht ein lebhaftes Interesse haben oder wenigstens haben sollten.”* Mit diesen Worten beginnt die Dissertation [1] aus dem Jahre 1906, wohl die erste im deutschen Sprachraum (das Promotionsrecht für Ingenieure wurde erst 1901 eingeführt), die sich mit der technischen Unfallverhütung, konkret mit konstruktiven und funktionellen Aspekten von Fingerschutzeinrichtungen für Tiegeldruckpressen, wissenschaftlich auseinandersetzt, Abb.1:

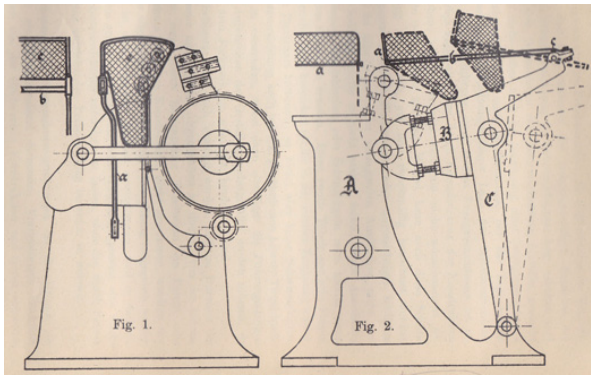
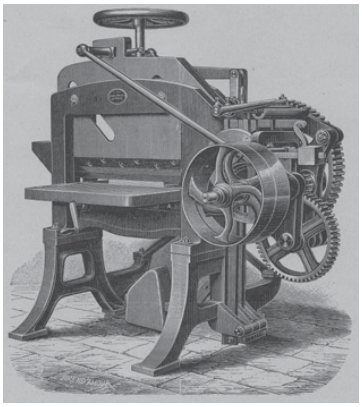
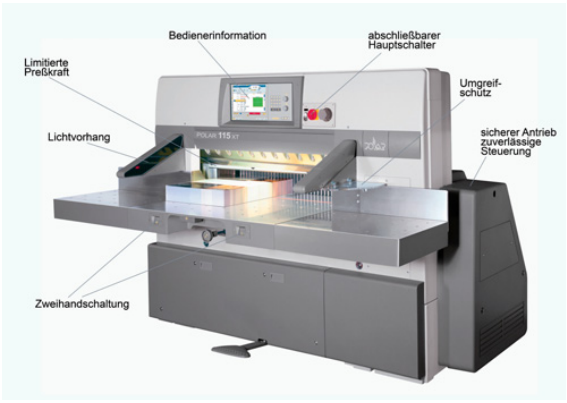
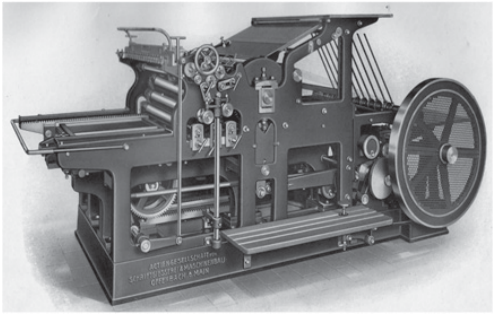
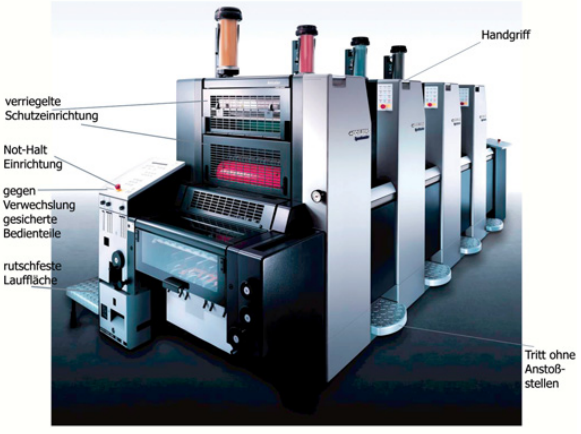


Abb.: Schutzeinrichtung für Tiegeldruckpressen, [1]









damals

heute

Abb. 2: Entwicklung der Sicherheitstechnik [3], [Heidelberger Druckmaschinen AG, Polar-Mohr]

Dank der großzügigen Unterstützung der Deutschen Buchdrucker-Berufsgenossenschaft und deren Mitgliedsbetriebe waren in diesem Fall und zu diesem Zeitpunkt der Präventionsgedanke und die sich aus ihm entwickelnde Sicherheitstechnik nicht mehr nur eine Angelegenheit betrieblicher Praktiker oder Aufsichtsbehörden, sondern gelangten auch an die Stätten, in denen Technik in Gestalt von Forschung und Lehre gepflegt wurde, an die Technischen Hochschulen.

Eine rechtliche Handhabe, um notwendige Sicherheitsmaßnahmen unmittelbar bei Maschinenherstellern und -lieferanten durchzusetzen, gab es damals nicht. Trotzdem hat im Laufe der Zeit nicht nur die Entwicklung der Maschinen und der Technologie gewaltige Fortschritte gemacht, sondern auch die mit ihnen verknüpfte Sicherheitstechnik. Diese begrüßenswerte Entwicklung war hauptsächlich in der Zusammenarbeit der Maschinenhersteller mit den Revisionsingenieuren der Gewerbeaufsichtsämter, der Technischen Überwachungsvereine, der Berufsgenossenschaften und seit den 20er Jahren, d. h. schon lange bevor das Arbeitssicherheitsgesetz in Kraft trat, mit den Fachkräften für Arbeitssicherheit (Sicherheitsingenieuren, -technikern, -meistern, die damals schon von weitsichtig geleiteten Firmen eingeführt worden sind) begründet. Auch Sicherheitsbeauftragte haben durch praxisnahe, aus der täglichen Arbeit begründete Vorschläge zu diesem Erfolg beigetragen.

Vor allem die branchenorientierten Träger der gesetzlichen Unfallversicherung (Haftpflichtversicherung für den Unternehmer, Unfallversicherung für die Arbeitnehmer), die Berufsgenossenschaften (mit ihrer Aufgabe Prävention, Aufsichtsdienst und Versicherung in einer Hand zu effektiv zu verwirklichen) und ihre besonders qualifizierten Ingenieure (damals Technischen Aufsichtsbeamte, heute Aufsichtspersonen genannt) bei denen seit über hundert Jahren der Gedanke der aktiven Unfallverhütung höchste Priorität genießt, haben ihr erfahrungsgebundenes Fachwissen über Sicherheitsmaßnahmen an Maschinen nicht nur den versicherten Mitgliedsbetrieben, sondern auch den Maschinenherstellern weitergegeben, damit Sicherheitsmaßnahmen vorab „pro toto“ am wirkungsvollsten umgesetzt werden konnten. Sie alle haben die Sicherheit technischer Arbeitsmittel wesentlich verbessert, Abb. 1 und 2.

Entbehrte diese Zusammenarbeit anfangs stringenter gesetzlicher Grundlagen (zwar lag schon 1928/1929 dem Reichstag ein Entwurf für ein Maschinenschutzgesetz vor, er scheiterte allerdings wegen der Widerstände der Wirtschaft gegen dezidierte Anforderungen an Maschinen [2], so entstand für Maschinenhersteller 1968 durch das Gerätesicherheitsgesetz (GSG) eine andere Situation. Es verpflichtete jeden Hersteller, in der Bundesrepublik Deutschland nur sichere Erzeugnisse auf den Markt zu bringen. Ausfluss dieses Gesetzes war u. a. die Möglichkeit einer freiwilligen aber institutionalisierten Prüfung von Produkten, Geräten und Maschinen durch unabhängige, staatlich autorisierte Prüfstellen. Das war die Geburtsstunde des GS-Zeichens: Geprüfte Sicherheit, Abb. 3. Eine autorisierte unabhängige Prüfstelle prüft auf Antrag des Herstellers seine Produkte, ob sie dem aktuellen Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Im positiven Fall erteilt sie ihm die Berechtigung, die erfolgreich geprüften Produkte mit den GS-Zeichen zu kennzeichnen und somit einen hohen Sicherheitsstandard öffentlich zu dokumentieren.

Abb. 3: GS steht für geprüfte Sicherheit

Diese Verwaltungsmaßnahme bot der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung einen sehr wirkungsvollen Ansatz, ihrem gesetzlichen Auftrag, nämlich Unfallverhütung mit allen geeigneten Mitteln zu betreiben, noch effektiver nachzukommen: Durch konsequentes Umsetzen des aktuellen Standes der Sicherheitstechnik durch möglichst viele erfolgreich durchgeführte GS-Prüfungen an Maschinen des jeweiligen Produktionsprogramms der Maschinenhersteller.

Dadurch hatten die Druckereien und deren Arbeiter den Vorteil, nur sichere Maschinen zu erwerben bzw. mit solchen zu arbeiten und hatten die Möglichkeit, von Anfang an Unfallrisiken wirkungsvoll zu mindern und damit wirtschaftliche Vorteile zu erlangen. Wohl keine andere Prüfstelle hat in den letzten Jahrzehnten wegen der hohen fachlichen Kompetenz soviel Akzeptanz bei Maschinenherstellern gefunden und soviel GS-Prüfungen durchgeführt, wie die Prüf- und Zertifizierungsstelle Druck und Papierverarbeitung in Wiesbaden. Den Ansatz der zum Maschinenhersteller vorgelagerten technischen Präventionsmaßnahmen hat die Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung trotz veränderter sozialpolitischer Randbedingungen beibehalten und ihn sogar auf andere Gebiete, wie Emissionsreduzierung, Luftbefeuchtung usw. ausgeweitet.

Rechtliche Grundlagen der Arbeitsicherheit

Rechtliche Einflüsse auf die Arbeitssicherheit haben in Deutschland eine lange Tradition. Mit der Verwirklichung des Europäischen Binnenmarkts am Ende des letzten Jahrhunderts entstand für Maschinenhersteller und Maschinenbenutzer eine neue rechtliche Situation. Das europäische Recht verdrängt die nationale Rechtssetzung zunehmend. Sein Einfluss liegt sowohl auf der formalen als auch auf der materiellen Ebene. EG-Richtlinien (manchmal auch als CE-Richtlinien bezeichnet, von Communautés Européennes) werden von der Generaldirektion der Europäischen Kommission erarbeitet, vom Rat der Europäischen Gemeinschaft auf der Grundlage von EG-Verträgen erlassen und vom Europäischen Parlament verabschiedet. EG-Richtlinien entwickeln in den Mitgliedsstaaten keine unmittelbare rechtliche Wirkung sondern sind für sie ein verbindlicher Gesetzgebungsauftrag. EG-Richtlinien müssen innerhalb einer gesetzten Frist in deren nationales Recht unverändert transformiert werden. Erst damit haben EG-Richtlinien in den Mitgliedsstaaten die gleiche rechtliche Bedeutung

wie z.B. nationale Gesetze. Auch wenn einzelne Mitgliedstaaten sie nicht oder nur mangelhaft in ihre nationale Gesetzgebung umsetzen sollten, muss das bereits existierende nationale Regelwerk europakonform ausgelegt werden – europäisches Recht bricht nationales Recht! Einer der Konsequenzen ist, dass die deutschen Berufsgenossenschaften nicht mehr das autonome Recht haben, technische Sachverhalte für den Bau und Ausrüstung von Maschinen und Geräten in Unfallverhütungsvorschriften zu regeln.

Ihrem Ursprung nach lassen sich europäische Rechtsvorgaben in zwei Kategorien unterteilen, die sich auf zwei wesentliche Ziele der europäischen Einigungspolitik zurückführen lassen.

Einerseits ist es der politische Wille, alle Handelshemmnisse zu beseitigen, die sich der Verwirklichung des einheitlichen Binnenmarkts entgegenstellen. Dazu gehörten u. a. auch viele uneinheitliche Sicherheitsanforderungen an Arbeitsmittel und Produkte in den jeweiligen Mitgliedsstaaten. Das Ziel war und ist, für Maschinenhersteller eine weitestgehende Unabhängigkeit von nationalstaatlichen Stellen und deren Vorgaben zu erreichen. Aus dem Bereich des einheitlichen Binnenmarkts legen mehrere Richtlinien Anforderungen fest, die Maschinenhersteller bei ihren Produkten berücksichtigen müssen.

Alle EG-Richtlinien, die sich aus dem Artikel 95 EG-Vertrag (vormals Artikel 100a) ergeben (Binnenmarktrichtlinien), definieren Schutzziele durch grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen.Einhalten dieser Mindestanforderungen ist für jeden obligatorisch. Nationale (Markt-)Aufsichtsbehörden dürfen keine höheren sicherheitstechnischen Anforderungen verlangen. Die für Maschinenhersteller wohl wichtigste EG-Maschinenrichtlinie regelt primär das Inverkehrbringen und somit den freien Warenverkehr von Maschinen im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) durch einheitliche sicherheitstechnische Vorgaben für Maschinenhersteller und einheitliche Verwaltungsmaßnahmen für nationale Aufsichtsbehörden.

Mitgliedsstaaten müssen auch harmonisierte CEN/CENELEC-Normen (Comité Européen de Normalisation/Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), die Grundanforderungen der EG-Richtlinien durch technische Lösungen spezifizieren und konkretisieren, innerhalb einer festgelegten Frist in das jeweilige nationale Normenwerk umsetzen. Form und Textgestaltung ist ihnen dabei zwar freigestellt, Inhalte müssen sie jedoch unverändert übernehmen.

Andererseits wirkt sich die politische Absicht aus, Arbeitsbedingungen in allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union zu vereinheitlichen. Für den Bereich der betrieblichen Arbeitswelt wurde 1989 die fachübergreifende Arbeitsschutz-Rahmenrichtlinie (89/391/EWG) mit mehreren Einzelrichtlinien erlassen. Beim Umsetzen von EG-Richtlinien auf der Basis des Artikels 137 EG-Vertrag (vormals Artikel 118) in nationales Recht - sie richten sich vornehmlich an Maschinenbetreiber, d. h. Betriebe und Unternehmen - sind in den einzelnen Mitgliedsstaaten Abweichungen zum höheren Sicherheitsniveau hin erlaubt.

Diese Entwicklung, von manchen als Entbürokratisierung begrüßt, bedeutet jedoch in der täglichen Praxis einen beachtlichen Zuwachs an Selbstverantwortung für alle, die Maschinen konstruieren, herstellen, vertreiben, nutzen und mit ihnen arbeiten

Sichere Maschinen.

In der Bundesrepublik Deutschland geschah die nationale Umsetzung der EG-Maschinenrichtlinie mit dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG), vor allem mit seiner 9. Verordnung (Maschinenverordnung) sowie mit harmonisierten (DIN) EN-Normen, z. B. mit der Maschinensicherheitsnorm DIN EN 1010 „Sicherheitstechnische Anforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen„ Durch die Implementierung der EG Maschinenrichtlinie in eine deutsche Rechtsordnung ist die primäre Verantwortung für die Überwachung der Maschinensicherheit in den Zuständigkeitsbereich der Staatlichen Arbeitsschutzbehörden (Gewerbeaufsichtsämter) überführt worden.

Alle Maschinenhersteller müssen jetzt in eigener Verantwortung planvoll Maßnahmen treffen (Gefahrenanalyse, Risikobewertung- und -Beurteilung) und aus deren Ergebnissen Konsequenzen für die sicherheitsgerichtete Konstruktion der Maschinen ziehen, um diese Mindestanforderung an die Sicherheit ihrer Maschinen verbindlich einzuhalten und diese nach außen zu dokumentieren. Es bleibt ihnen aber unbenommen, gleiche oder bessere Sicherheit auf andere Weise, als in harmonisierten Normen vorgeschlagen, zu realisieren. Damit ermöglicht das europäische Recht, neue Wege in der Sicherheitstechnik zu beschreiten.

Arbeitssicherheit in den Betrieben.

Im Bereich der betrieblichen Arbeitswelt geschah die nationale Umsetzung der Europäischen Vorgaben z. B. mit dem Arbeitsschutzgesetz samt seiner Verordnungen zur Regelung der betriebsinternen Arbeitssicherheit, z. B. mit der Arbeitsstättenverordnung, Betriebssicherheitsverordnung, Gefahrstoffverordnung usw. Das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet jeden Unternehmer, im Rahmen von Gefährdungsbeurteilungen eigenverantwortlich alle Arbeitsabläufe, alle Arbeitsplätze und bei Bedarf das Arbeiten einzelner Beschäftigter sicherheitstechnisch zu beurteilen. Gefährdungsbeurteilungen verfolgen das Ziel, alle Gefährdungen im Betrieb systematisch zu ermitteln, die mit ihnen verbundenen Risiken durch wirkungsvolle Maßnahmen zu verringern und diese Maßnahmen in Betrieben zu dokumentieren. Gefährdungsbeurteilungen aller Arbeitsplätze und bei den an ihnen verrichteten Tätigkeiten gehen weit über das Überprüfen eingehaltener oder nicht eingehaltener Vorschriften hinaus. Die Vorgehensweise bei der Beurteilung von Gefährdungen und bei der Dokumentation getroffener Sicherheitsmaßnahmen ist dabei in das Ermessen der Betriebe und Unternehmen gestellt – unter der Voraussetzung, dass die Zielvorgaben der EG-Richtlinien erreicht werden. Zur rationellen Abwicklung der Gefährdungsbeurteilung bieten die Berufsgenossenschaften, Verlage und Arbeitsschutz-Spezialisten Hilfsmittel wie Prüflisten, Gefährdungs-/Belastungskataloge oder PC-Programme an.

.

Besonderheit der Arbeitssicherheit in unserer Branche

Das Drucken und die Papierverarbeitung ist aus mehreren Gründen ein komplexer und komplizierter technologischer Vorgang. Daran hat sich seit Guttenbergs Zeiten, dessen Verdienst es ist, erstmalig ein funktionierendes geschlossenes Drucksystem erfunden zu haben [3], wenig geändert. Die Drucktechnologie verlangt ein effektives Zusammenwirken von Mensch und Technik, zu der nicht nur der Einsatz von Maschinen und der in ihnen ablaufenden mechanische Prozesse gehören, sondern auch das zielgerichtete Ausnutzen chemischer Gesetzmäßigkeiten (wie z. B. die der Druckfarben, Wasch- und Feuchtmittel, vorpolymerisierter Farben und Lacke) unter bestimmten physikalischen Randbedingungen (wie z. B. Papiereigenschaften, Luftfeuchtigkeit und -temperatur, Druckbestäubungspuder, UV-Strahlung, Lärm). Grundsätzlich können sich alle physikalischen und chemischen Effekte, die nutzbringend zur Realisierung des Druckvorgangs eingesetzt werden, schädigend auf die Beschäftigten auswirken. Das Ziel der Arbeitssicherheit ist, alle Risiken, die mit diesen Einwirkungen verbunden sind, auf Restrisiken zu reduzieren, die von der Gesellschaft toleriert werden.

Die Arbeitssicherheit in unserer Branche hat in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte gemacht. Das ist u. a. auch das Ergebnis der gewachsenen vertrauensvollen und zielgerichteten Zusammenarbeit zwischen Maschinenherstellern, Betrieben, Verbänden, Sozialpartner mit der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung in Brancheninitiativen zu grundlegenden Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutzfragen in der Druckindustrie. Das Ergebnis ist eine Sicherheitsphilosophie, die nicht nur ihre eigentliche Funktion – Schutz der Mitarbeiter vor Gefahren – optimal erfüllt, sondern auch in die technologischen Prozesse integriert ist und zum Umweltschutz beiträgt. Drei Aspekte sollen hier besonders hervorgehoben werden: Maschinensicherheit, Brand- und Explosionsschutz und Fragen der Emissionsreduzierung.

Maschinensicherheit.

Sicherheit einer Maschine ist ein innewohnendes immaterielles Qualitätsmerkmal. Sie kann weder herbeigeprüft noch herbeizertifiziert werden, sondern muss erstmal konstruiert werden. Mit der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. mit dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz greift der Gesetzgeber mit einer festlegten Abfolge von Tätigkeiten in den bis jetzt frei gestaltbaren kreativen Konstruktionsprozess ein. Beide Rechtssätze schreiben verbindlich vor, dass schon in den frühen Phasen des Konstruktionsprozesses Gefahrenanalysen und Risikobewertungen iterativ durchzuführen und zu dokumentieren sind. Deren Ergebnisse müssen die Konstruktionsmaßnahmen bestimmen, mit denen die ermittelten Risiken auf ein gesellschaftlich akzeptiertes Restrisiko reduziert werden.

Hersteller sind gesetzlich verpflichtet, nur Maschinen in Verkehr zu bringen, die die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllen, die im Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie niedergelegt sind. Diese Anforderungen sind vorwiegend Zielvorgaben, ohne technische Einzelheiten aufzuführen. Die sind in harmonisierten europäischen Normen (EN-Normen) niedergeschrieben. Harmonisierte Normen enthalten technische Festlegungen, die eine Übereinstimmung

der Maschinen mit den grundlegenden Anforderungen erwarten lassen. Als harmonisiert gelten Europäische Normen, die im Auftrag der Europäischen Gemeinschaft nach einem festgelegten Verfahren von Experten (in diesen Gremien sind auch die berufsgenossenschaftlichen Fachausschüsse vertreten) erarbeitet und als Fundstelle im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft veröffentlicht wurden. Nationale Normungsorganisationen müssen diese Normen unter der gleichen Nummer und um das nationale Kürzel, z. B. DIN EN erweitert unverändert veröffentlichen.

Diese grundlegenden Anforderungen des Anhangs I sind die eigentliche Arbeitsgrundlage für die Maschinenhersteller für das Konstruieren sicherheits- und ergonomiegerechter Druckmaschinen und Maschinen der Papierverarbeitung. Durch Ausstellen der Konformitätserklärung und Anbringen der CE-Kennzeichnung deklariert der Maschinenhersteller öffentlich, dass er in eigener Verantwortung alle für seine Maschinen relevanten Schutzziele des Anhangs I der Maschinenrichtlinie erfüllt hat. Maschinen dürfen im Europäischen Wirtschaftsraum nur verkauft und in Betrieb genommen werden, wenn sie die CE-Kennzeichnung tragen. Für gekennzeichnete Maschinen besteht weder ein Grund noch ein Anlass, sie vom freien Warenverkehr im Europäischen Wirtschaftsraum zurückzuhalten.

Bei der konstruktiven Umsetzung der grundlegenden Anforderungen durch angewandte Sicherheitstechnik sind Hersteller von Maschinen an folgendes dreistufiges Verfahren gebunden [7]:

1. Gefahren, z. B. Gefahrstellen, konstruktiv vermeiden (unmittelbare, inhärente Sicherheitstechnik)
2. Gefahren, die technologisch bedingt nicht zu vermeiden sind, durch Schutzeinrichtungen sichern (mittelbare Sicherheitstechnik)
3. auf Gefahren hinweisen, die sich mit technischen Lösungen nicht ausschalten lassen (hinweisende Sicherheitstechnik)

Die Entwicklung der Sicherheits- und Steuerungstechnik durch innovative Hersteller in enger Zusammenarbeit mit dem Fachausschuss Druck und Papierverarbeitung hat die Sicherheit an Maschinen unserer Branche bemerkenswert positiv beeinflusst. Beigetragen dazu hat dazu auch, dass sehr viele Hersteller ihre Maschinen einer GS-Prüfung unterziehen haben lassen bzw. unterziehen lassen.

Das GS-Zeichen zeigt an, dass die mit ihm gekennzeichnete Maschine von einer neutralen Stelle auf Einhalten aller relevanten Vorschriften erfolgreich geprüft worden ist. Das GS-Prüfverfahren berücksichtigt neben europäischen Richtlinien und Normen auch den aktuellen Stand der Sicherheitstechnik, zumal die Mitarbeiter der BG-PRÜFZERT aktiv in der Europäischen Normung mitarbeiten, sehr gut über die sicherheitstechnischen Entwicklungen und Entwicklungen in der europäischen und internationalen Normung informiert sind und sie dieses Wissen bei der Betreuung der Maschinenhersteller einbringen.

Das GS-Zeichen ist eine sinnvolle Ergänzung der CE-Kennzeichnung. Es bietet Vorteile sowohl für Maschinehersteller als auch für Betreiber. Maschinenhersteller können sicher sein, dass die geprüften Maschinen dem aktuellen Stand der Sicherheitstechnik entsprechen. Betreiber können davon ausgehen, dass für solche Maschinen die gesetzlich vorgeschriebene Gefährdungsbeurteilungen nicht durchführen müssen, dass sie keine Nachrüstungen aufgrund sicherheitstechnischer Mängel befürchten müssen und dass sie Maschinen mit minimierten Unfallrisiken benutzen und damit die Rechtssicherheit haben, die wichtigsten Voraussetzungen für die Arbeitssicherheit ihrer Mitarbeiter getroffen zu haben, erfüllen.

Brand- und Explosionsschutz

In jeder Druckerei und in jedem papierverarbeitenden Betrieb gibt es besondere Brandgefahren, denn sie verarbeiten Papier in größeren Mengen und setzen häufig brennbare Flüssigkeiten ein, nicht nur für den eigentlichen Druckprozess sondern z. B. auch für Reinigungsarbeiten. Im Rahmen innerbetrieblicher Gefährdungsbeurteilungen muss der Betreiber in eigener Verantwortung potenzielle Zündquellen bestimmen, wie z. B.

- elektrische Geräte und Anlagen (auch private Elektrogeräte!)
- Batterieladegeräte/-stationen
- Maschinen, die Hitze entwickeln, z. B. Folienschweiß- und Schrumpfanlagen
- feuergefährliche Arbeiten wie Schweißen, Brennschneiden oder Schleifen
- elektrostatische Entladungen

und für einen effektiven baulichen und organisatorischen Brandschutz beim Umgang mit und Lagern von brennbaren Flüssigkeiten sorgen.

Brand- und Explosionsgefahr durch Lösungsmitteldämpfe

Die im Tief- und Flexodruck verwendeten Lösungsmittel sind meist leichtentzündlich und können daher explosionsgefährlichen Dampf/Luftgemische bilden, deren Entstehungsmöglichkeit bei der Gefährdungsbeurteilung sorgfältig geprüft werden muss, um entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Dazu gehören vor allem Maßnahmen des primären Explosionsschutzes (Bildung explosionsfähiger Atmosphäre unterbinden) und des sekundären Explosionsschutzes (Vermeiden von Zündquellen, z. B. durch Flammen, heiße Oberflächen oder Funken elektrischer Betriebsmittel). Hier müssen Hersteller besonders die Anforderungen der EG-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) einhalten.

Brand- und Explosionsgefahr durch Papierstaub

Papier, Zellstoff und Holz sind brennbare Stoffe, deren Stäube grundsätzlich explosionsfähig sind. Je feinkörniger der Staub ist, desto größer ist seine reaktionsfähige Oberfläche und damit auch seine Explosionsfähigkeit. Für Papierstaub besteht Explosionsgefahr wenn eine Konzentration von ca. 100 Gramm Papierstaub/m^3 in der Luft überschritten wird.

Zwar verringern stationäre Absauganlagen Staubablagerungen an und in Maschinen und reduzieren damit auch Explosionsrisiken, können aber selbst im Inneren explosionsgefährdete Bereiche aufweisen, wenn sich Papierstaub in gefahrdrohenden Mengen, z. B. als großflächige Staubschicht von mehr als 1 mm Dicke ablagert. Diese Bereiche muss der Hersteller der Absauganlage in seiner Risikobewertung ermitteln, die dort zu erwartenden explosionsgefährdeten Zonen festlegen und für sie wirkungsvolle Schutzmaßnahmen realisieren. Es ist von Vorteil, wenn der Hersteller dem Maschinenbetreiber diese Informationen zur Verfügung stellt, damit dieser die obligatorische Gefährdungsbeurteilung einfacher durchführen kann, um innerbetriebliche Schutzmaßnahmen festzulegen, z. B. Zeit- und Verfahrensmodalitäten fürs regelmäßige Staubabsaugen. Ermittelt er weitere explosionsgefährdete Bereiche und Zonen, muss er für sie ein Explosionsschutzdokument im Sinne des §6 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) erstellen. Zum Absaugen von Papierstaubablagerungen in Maschinen und Betriebsräumen dürfen nur „explosionsgeschützte“ Industriestaubsauger Bauart 1 verwendet werden.

Emissionen von Gefahrstoffen.

Für den Arbeitsschutz haben neben Lärm und biologischen Einflüssen aus der Luftkonditionierung die Emissionen von Stoffen, die zum Druckprozess benötigt werden, eine besondere Bedeutung. Zwar hat sich seit Ende der 90er Jahre die Belastung durch Lösemittel in der Atemluft in den Druckereien aufgrund neuer Technologien und gekapselten Maschinen mit effektiven Absaugungen wesentlich verringert, mit Belastungen ist jedoch immer noch zu rechnen. Beim Reduzieren dieser Belastungen verfolgen Maschinenhersteller, Betreiber und Aufsichtsbehörden bzw. Berufsgenossenschaften folgende Strategie:

1. Gefährliche Stoffe kontinuierlich durch ungefährlichere Stoffe ersetzen
2. Technische Maßnahmen an Maschinen zur Emissionsreduktion umsetzen
3. Organisatorische Maßnahmen in den Betrieben ergreifen
4. Persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung stellen und benutzen.

So hat z. B. die europäische Druckfarbenindustrie 1995 die „EuPIA-Rohstoffausschlussliste für Druckfarben und zugehörige Produkte“ veröffentlicht. Danach verpflichten sich die Mitglieder des deutschen und des europäischen Druckfarbenverbandes, auf den Einsatz von krebserzeugenden, erbgutverändernden, fortpflanzungsgefährdenten, sehr giftigen und giftigen Stoffen zu verzichten.

Die Prüf- und Zertifizierungsstelle Druck und Papierverarbeitung prüft auf Antrag die Wirksamkeit der an Druckmaschinen getroffenen Schutzmaßnahmen zur Reduktion folgender Emissionen:

- Isopropanol
- Kohlenwasserstoffe
- Farbnebel
- Ozon
- UV-Strahlung
- Druckbestäubungspuder
- Lärm

und zertifiziert diese Maschinen mit dem Label BG-PRÜFZERT »Emission geprüft«, sobald die Gestaltungsmaßnahmen bewirken, dass die Emissionen deutlich unterhalb der niedrigsten in den Ländern der EU gültigen Grenzwerte oder Empfehlungen liegen, Abb. 4. Benutzer der so zertifizierten Maschinen haben den Vorteil, dass

Abb. 4: Sicherheitszeichen: Geprüfte Emission [6]

sie bei der aufgrund der Betriebssicherheitsverordnung obligatorischen Gefährdungsbeurteilung keine emissionsbezogene Arbeitsplatzmessungen machen müssen bzw. machen lassen müssen.

Die jeweiligen Druckverfahren bestimmen die Art, Umfang und Art der Emissionen sowie die sich aus ihnen ergebenden Belastungen der Arbeiter.

Illustrationstiefdruck

Der im Druckwerk bzw. in der Maschineneinhausung durch die hohe Absaugleistungen erzeugte Unterdruck verhindert weitgehend, dass sich Lösungsmittelldämpfe der niedrigviskosen Farben aus den Druckwerken in die Atemluft der Umgebungsbereiche, z. B. in den Bereich des Maschinenleitstandes ausbreiten können. Bei bestimmten Tätigkeiten innerhalb der gekapselten Tiefdruckmaschinen kann Toluol nicht nur über die Atemwege in den Körper gelangen. Auch beim direkten Hautkontakt kann Toluol in den menschlichen Körper eindringen. Daher muss eine direkte Hautbenetzung vermieden werden, da dabei grundsätzlich soviel Toluol in den Körper über die Blutbahn gelangt, dass die Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht mehr ausreicht, um Risiken einer Erkrankung niedrig zu halten. Untersuchungen zeigten aber, dass bei den Arbeitsverfahren, die dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechen und beim konsequenten Tragen geeigneter Schutzhandschuhe diese Eingangspforte für flüssiges und gasförmiges Toluol bedeutungslos ist.

Verpackungsdruck

Auch die im Flexodruck verwendeten niedrigviskosen Farben haben einen sehr hohen Lösungsmittelanteil. Im Verpackungsdruck kann die Konzentration der Lösemitteldämpfe in der Atemluft erheblichen Schwankungen unterliegen. Mit besonderen, allerdings nur kurzzeitigen Belastungen ist immer dann zu rechnen, wenn mit Lösungsmitteln direkt und offen umgegangen wird, z. B. beim manuellen Reinigen mit Putztüchern. Um die Exposition niedrig zu halten, müssen Versorgungsbehälter für Farben und Reinigungsmittel geschlossen gehalten werden. Mit Farbe bzw. Lösemittel verschmutzte Putztücher müssen in geschlossenen Behältern aufbewahrt, täglich aus den Arbeitsräumen entfernt und regelmäßig ent-

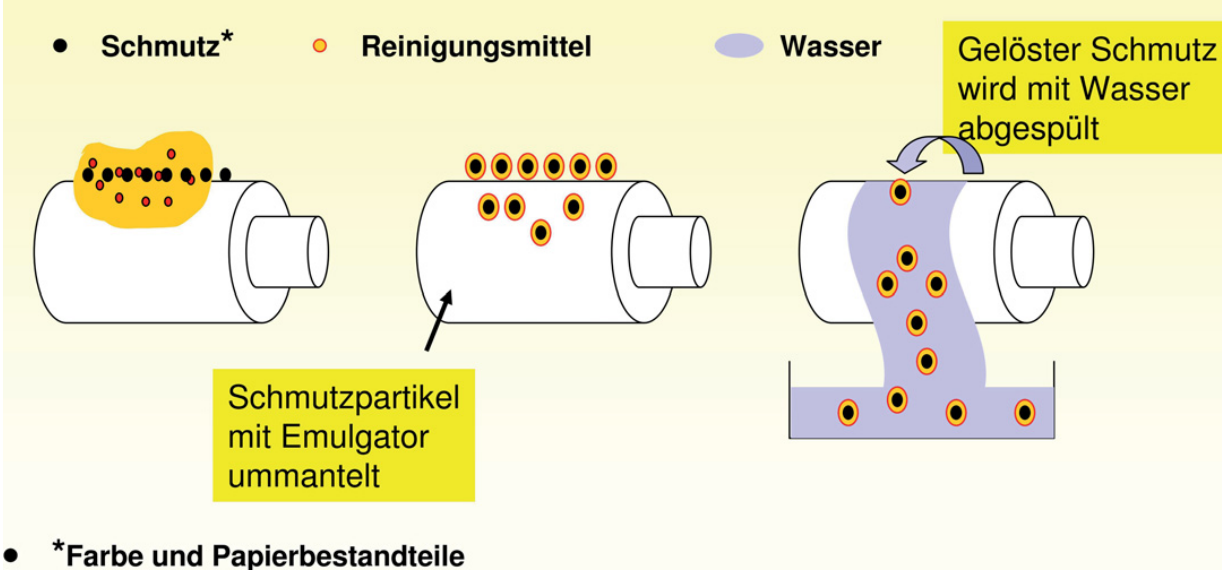


Abb. 5: Waschen unter neuen physikalisch-chemischen Randbedingungen [6]

sorgt werden. Für die Beschäftigten sind Hautschutzpläne auszuarbeiten, die dazu benötigten Mittel zur Verfügung zu stellen und die Umsetzung ist zu kontrollieren.

Offsetdruck

Im Offsetdruck gibt es drei Emissionsbereiche. Der erste kommt vom Einsatz von Wasch- und Reinigungsmitteln. Die Entwicklung immer leistungsstärkerer Maschinen führte in der Vergangenheit zwangsläufig zu immer höheren Stoffdurchsätzen und somit zu höheren Lösemittel-Emissionen. Bis 1995 wurden zum Reinigen von Walzen und Gummitüchern Zubereitungen auf der Basis leichtflüchtiger Benzine mit einem Flammpunkt unter 55ºC und anderer leichtflüchtiger, organischer Verbindungen verwendet. Damit erhöhten sich die Risiken von Gesundheitsgefährdungen durch vermehrte Belastung der Atemluft sowie durch Brand- und Umweltschutzprobleme. Um diese Problematik zu lösen, wurden im Rahmen der „Brancheninitiative zur Verminderung von Lösemittelemissionen im Offsetdruck“, an der alle Beteiligten erfolgreich mitgewirkt haben, neue Reinigungskonzepte entwickelt, erprobt und in die Praxis eingeführt. Heute werden praktisch nur noch höher siedende, d. h. gering verdunstende Wasch- und Reinigungsmittel mit einem Flammpunkt oberalb 55ºC verwendet, Abb. 5. Diese Zubereitungen enthalten weder brennbare Flüssigkeiten der Klasse AI oder AII noch Stoffe mit nicht akzeptablen Risiken für die Gesundheit, wie z. B. halogenisierte Kohlenwasserstoffe, Terpene, n-Hexan und sekundäre Amine und Amide. Damit wurden nicht nur Emissionen wirkungsvoll eingeschränkt sondern auch Verbrauch und Kosten gesenkt. Diese neue Technologie konnte z. B. aber auch deshalb zum breiten Einsatz kommen und allgemeine Akzeptanz finden, weil Maschinenhersteller durch Gestaltung der Maschinen und vor allem durch Werkstoffwahl den neuen physikalisch-chemischen Randbedingungen beim Waschen und Reinigen Rechnung getragen haben.

Der zweite Bereich sind die Emissionen von Isopropanol (Isopropylalkohol, IPA) aus dem Feuchtwasser beim Nassoffsetdruck-Verfahren. Isopropanol entwickelte sich zum „unverzichtbaren“ Hilfsmittel für die Druckqualität und -stabilität. Isopropanol kann jedoch die Gesundheit gefährden z. B. durch Störungen des zentralen Nervensystems. In sehr hohen Dosen kann es auch Leber und Nieren angreifen. Weitere Aspekte, die beim Einsatz von Isopropanol berücksichtigt werden müssen, sind präventive Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes. Deshalb wurde vom Gesetzgeber die zulässige Konzentration von Isopropanol in der Atemluft gesenkt und sein zulässiger Anteil im Feuchtwasser reglementiert. Obwohl sich inzwischen beim Reduzieren von Isopropanol im Feuchtwasser gute Erfolge eingestellt haben, setzen noch immer zu viele Druckereien dem Feuchtwasser unnötig viel Isopropanol zu.

Wasserloser Offsetdruck (Trockenoffset) löst diese Probleme wirkungsvoll. Dieses Verfahren hat systemimmanent einen entscheidenden Vorteil: Ohne Alkoholfeuchtung erübrigt sich die Frage nach den daraus resultierenden Emissionen. Zudem entfallen Problembereiche wie die Konservierung des Feuchtwassers durch Biozide und der daraus resultierenden Wasserbelastung sowie die Entsorgung des gebrauchten Feuchtwassers. Die „European Waterless Printing Association – EWPA“ hat sich die Aufgabe gestellt, die Reduzierung von Emissionen im Offsetprozess voran zu bringen. Die EWPA vergibt für besonders emissionsreduzierte Druckmaschinen das Zeichen »Emission Reduced Waterless Offset - ERWLO«. Der Nachweis der

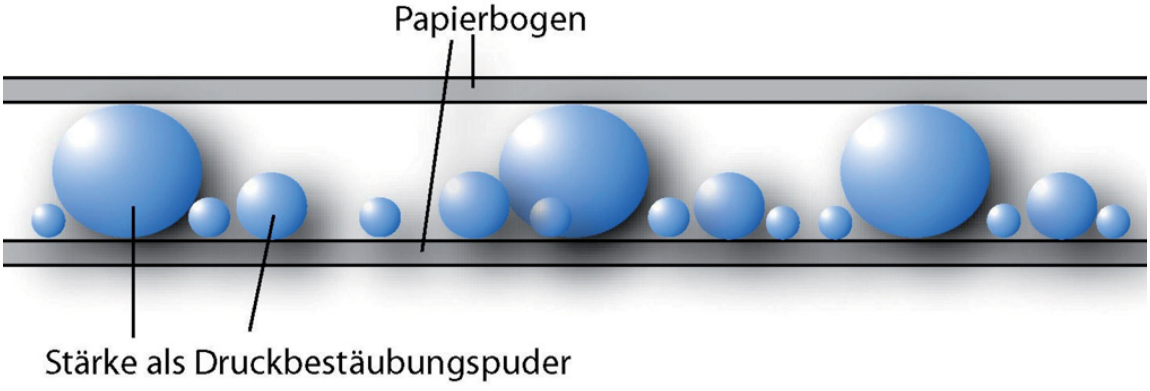


Abb. 6: Druckbestäubungspuder [6]

Emissionsreduzierung und natürlich damit immer einhergehend der entsprechenden Sicherheitstechnik erfolgt durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle Druck und Papierverarbeitung im Rahmen der Zertifizierung BG-PRÜFZERT »Emission geprüft«.

Der dritte Emissionsbereich betrifft das Druckbestäubungspuder. Druckbestäubungspuder soll einen bestimmten Abstand zwischen den bedruckten Bögen in der Auslage bewirken, Ablegemarken und Blockbildung bei der oxidativen Trocknung vermeiden und für gleichmäßige Stapelkanten sorgen. Es kann aber je nach Körnung und chemischer Substanz auch zu Brand- und Explosionsgefahr beitragen, allergesierend wirken, durch physikalisch chemische Wirkungen Atemswegerkrankungen verursachen, zu erhöhtem Maschinenverschleiß führen und die Sauberkeit des Drucksaales beeinträchtigen.

Heute dürfen Druckbestäubungspuder weder gesundheitsgefährdernde Substanzen noch sonstige Stoffe mit nichtakzeptablen Gesundheitsrisiken enthalten. Die Aktivitäten der Berufsgenossenschaft haben inzwischen bewirkt, dass alle Hersteller staubarme Puder anbieten, aus denen Feinstaubanteile herausgefiltert sind, Abb. 6. Die meisten Hersteller lassen auch die Korngrößenverteilung von unabhängigen Instituten analysieren und geben den Medianwert und den Volumenanteil der Partikel unterhalb 10 µm am Gesamtvolumen an. Die Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung veröffentlicht eine Liste von staubarmen Pudern einschl. deren Anbieter.

Schlussgedanke

Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz beruhen auf einem Bündel ineinander greifender und aufeinander abgestimmter Maßnahmen. Richtig durchgeführt – schützen sie alle Betriebsangehörige, reduzieren Kosten und erhöhen die Produktivität. Das wusste schon Werner von Siemens im vorletzten Jahrhundert: *„Das Verhüten von Unfällen darf nicht als eine Vorschrift des Gesetzes aufgefasst werden, sondern als ein Gebot der menschlichen Verpflichtung und der wirtschaftlichen Vernunft“*.

Literaturverzeichnis

[1] Stenzel, G.: Die Fingerschutzvorrichtungen für Tiegeldruckpressen, Dissertation TH Braunschweig, 1906
[2] Jeronim, G., Klindt, T. (Hrsg.): Marktüberwachung & Produktsicherheit - Rechtsfragen im europäischen Binnenmarkt, München: publish-industry Verlag GmbH, 2000
[3] Bauer, F.: Handbuch für Buchdrucker, Frankfurt: Verlag von Klimsch&Co, 1925
[4] Fuchs, B.: Die Geschichte der Offset- und Tiefdruckmaschinen, Jahrbuch der Druckingenieure 2008, Darmstadt
[5] Kipphan, H.: Handbuch der Printmedien, Berlin, Heidelberg: Springer, 2000
[6] Informationsmaterial der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung, Wiesbaden, www.bgdp.de
[7] Neudörfer, A: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Berlin, Heidelberg: Springer 2005

Dipl.-Ing Roger Starke
Internationale Normungsarbeit zur Maschinensicherheit für Druck und Papiermaschinen

Geboren 1966, 1986-91 Studium der Polygrafischen Technik an der Technischen Universität Chemnitz, 1991-99 praktische Erfahrungen durch verschiedene Tätigkeiten in der Industrie, u.a. 6 Jahre in einem mittelständischen Druckunternehmen, 1999-2006 Leiter des Ausbildungszentrum Polygrafie e.V. in Chemnitz, seit Ende 2006 Referent für Forschung & Technik im Fachbereich Druck- und Papiertechnik des VDMA, Sekretär des CEN/TC 198, verantwortlich für die Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. und Geschäftsführer der PrintPromotion GmbH, VDD-Mitglied seit 2003

1. Einführung

Jeder, sei er Druckunternehmer, Drucker oder Maschinenbauer hat Interesse an sicheren Maschinen. Deshalb wird bei der Entwicklung und Konstruktion der Maschinen großen Wert auf Vermeidung von Gefährdungen und auf die Verminderung der Restrisiken an technologisch nicht vermeidbaren Gefahrenstellen gelegt.

Die Europäische Gemeinschaft (EG) fordert auf der Grundlage der Maschinenrichtlinie ein einheitliches Sicherheitsniveau für Maschinen, die im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebracht werden. Für die technische Konkretisierung der allgemeinen Anforderungen der Richtlinie werden darauf aufbauend EN-Normen (Europäische Normen) erarbeitet.

Für Maschinen der Bereiche Druck, Druckvorstufe und Druckweiterverarbeitung sind dies die Normen der Reihe EN 1010. Für die Papiertechnik gibt es die Normenreihe EN 1034. Für Lärmmessung gilt für beide Bereiche die EN 13023. Die Erarbeitung und Weiterentwicklung dieser Normen ist Aufgabe des Technischen Komittees CEN/TC 198 der europäischen Normungsorganisation. Das Sekretariat des CEN/TC 198 wird durch den Fachverband Druck- und Papiertechnik des VDMA geführt und ist über den Normenausschuss Maschinenbau im DIN eingebunden.

International wird die Normenreihe ISO 12643 erarbeitet, deren Struktur und Inhalte in weiten Teilen der EN1010 entsprechen. Des Weiteren existieren außerhalb Europas auch länderspezifische technische Regeln und Normen, wobei es Ziel ist, die Vorgaben für die Maschinensicherheit langfristig international zu vereinheitlichen, um weltweit Handelshemmnisse aufgrund lokal unterschiedlicher Regelungen abzubauen.

Die deutschen Maschinenhersteller sind nicht nur Technologieführer im Druckmaschinenbau, sondern leisten, durch ihre aktive Mitarbeit an der Normungserstellung, einen großen Beitrag um die Maschinen für den Bediener noch sicherer zu gestalten.

Unterstützt werden Sie dabei seit vielen Jahren durch die Experten der Berufsgenossenschaft Druck- und Papierverarbeitung mit ihren vielfältigen Erfahrungen aus der Prävention und Maschinenprüfung.

Dieser Artikel soll ausgehend von einer kurzen Erläuterung zur Entstehung von internationalen Normen einen Einblick in die Normungsarbeit zur Maschinensicherheit an Maschinen der Drucktechnik geben. Dabei werden auch historische Hintergründe und die aktuellen Entwicklungen dargestellt. Die angefügte Literaturliste mit entsprechenden Internetressourcen soll Hilfestellung geben, um vertiefende Informationen zum Thema zu erhalten.

2. Der Entstehungsprozess von internationalen Normen

	Allgemein	Elektro-technik	Telekom-munikation
International	ISO	IEC	ITU
Europa (regionaleEbene)	CEN	CENELEC	ETSI
Deutschland (nationale Ebene)	DIN	DKE VDE DIN	DKE VDE DIN

Abb. 1: Struktur der Normungsorganisationen

2.1 Koordinierung der internationalen Normungsarbeit

Die Koordinierung der Normungsarbeit übernehmen nationale und internationale Normungsorganisationen (siehe Abbildung 1).
Die Internationale Organisation für Normung (International Organization for Standardization, ISO) und die Internationale Elektrotechnische Kommission (International Electrotechnical Commission, IEC) bilden zusammen mit der Internationalen Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU) ein weltweites System der technischen Regelsetzung.

Zielstellung dieser Organisationen ist die Schaffung eines vollständigen, kohärenten internationalen Normenwerks, um den weltweiten Austausch von Gütern und Dienstleistungen zu erleichtern und die internationale Zusammenarbeit auf technischem, wirtschaftlichem, wissenschaftlichem und geistigem Gebiet zu fördern.
Auf europäischer Ebene erfolgt die Normenerstellung im Rahmen des Europäischen Komitees für Normung CEN (Comité Européen de Normalisation). Dabei ist es keineswegs Ziel des CEN im Wettbewerb mit der internationalen Normung zu stehen, sondern eine Harmonisierung der nationalen Normen der EU-Mitgliedsstaaten herbeizuführen. Dabei wird in vielen Fällen auf internationale Arbeitsergebnisse zurückgegriffen und viele ISO-Normen werden im Rahmen der Wiener Vereinbarungen unverändert in europäische, d.h. EN-Normen überführt.

Die Facharbeit führen die Experten in den Arbeitsgruppen der Technischen Komitees (TCs) durch, die verschiedenen nationalen Normungsorganisationen wie z.B. DIN (Deutschland), AFNOR (Frankreich) oder BSI (Vereinigtes Königreich) zugeordnet sind.

Die Verfahrensabläufe und Dokumente bei ISO und CEN ähneln sich, jedoch sind EN-Normen nicht als eigenständige Dokumente verfügbar, sondern werden als nationale Versionen veröffentlicht. CEN-Mitgliedern dürfen nicht mit eigenen nationalen Normungsprojekten mit den CEN-Projekten in Konkurrenz treten und z.B. abweichende nationale Normen veröffentlichen. Anders sieht es bei ISO-Normen aus. Hier besteht keine Verpflichtung der ISO-Mitglieder zur Übernahme der Internationalen Norm in das nationale Normenwerk, d.h. es steht dem ISO- Mitglied frei, diese unverändert, modifiziert oder überhaupt nicht als nationale Norm zu übernehmen
Für Fachleute, die nicht in der Normung zu Hause sind, aber auch für jene die sich dieses Gebiet erschließen, sind die komplexen meist sehr formellen Abläufe und Verfahrensweisen oft sehr undurchsichtig. Vorangestellt ist daher eine kurze Darstellung der Entstehung einer europäischen Norm.

2.2 Die Entstehung einer Europäischen Norm (EN-Norm)

Es ist vorrangiges Ziel der CEN-Normung internationale Normen zu Grunde zu legen und diese möglichst unverändert zu übernehmen. Existieren keine entsprechenden internationalen Normen, wird im Rahmen der Wiener Vereinbarung versucht, die Normungserarbeitung nur auf einer Ebene – CEN oder ISO – durchzuführen und durch parallele Abstimmungsverfahren die gleichzeitige Anerkennung als internationale und Europäische Norm herbeizuführen.

Dies ist bei Normen zur Maschinensicherheit jedoch nicht immer so einfach realisierbar, da für die EN-Normen zusätzlich die Anforderungen der entsprechenden EG-Richtlinien Beachtung finden müssen.

Die Entstehung einer CEN-Norm beginnt mit einem Normenvorschlag, der von einem CEN-Mitglied (z.B. DIN, BSI, SIS, - derzeit ca. 30 nationale Normungsorganisationen), durch die Europäische Kommission oder eine internationale Organisation eingebracht werden kann. In einer Umfrage bei den nationalen Normungsorganisationen, die Mitglied sind, wird festgestellt, ob genügend Interesse an einem Normungsprojekt besteht und ob sich genügend Mitglieder finden, die aktiv bei der Normungserstellung mitwirken. Bei Zustimmung und ausreichender Bereitschaft wird der Normungsauftrag (Mandat) an ein bestehendes Technisches Komitee (TC) vergeben oder ggf. ein neues gegründet.

Wenn vom TC der Normenauftrag in das aktive Arbeitsprogramm aufgenommen wird, beginnt eine 3-jährige Zeitfrist für ein Umfrage- und Abstimmungsverfahren (Enquiry and Formal Vote; siehe Bild 2) zu laufen, in der die Norm fertig gestellt werden muss. Das CEN erstellt hierzu ein sogenanntes Work Item, dass bei Überschreiten der Zeitfrist wieder gelöscht wird. Diese Zeitfrist wurde vor einigen Jahren eingeführt, um die Erarbeitung von Normen zu beschleunigen.

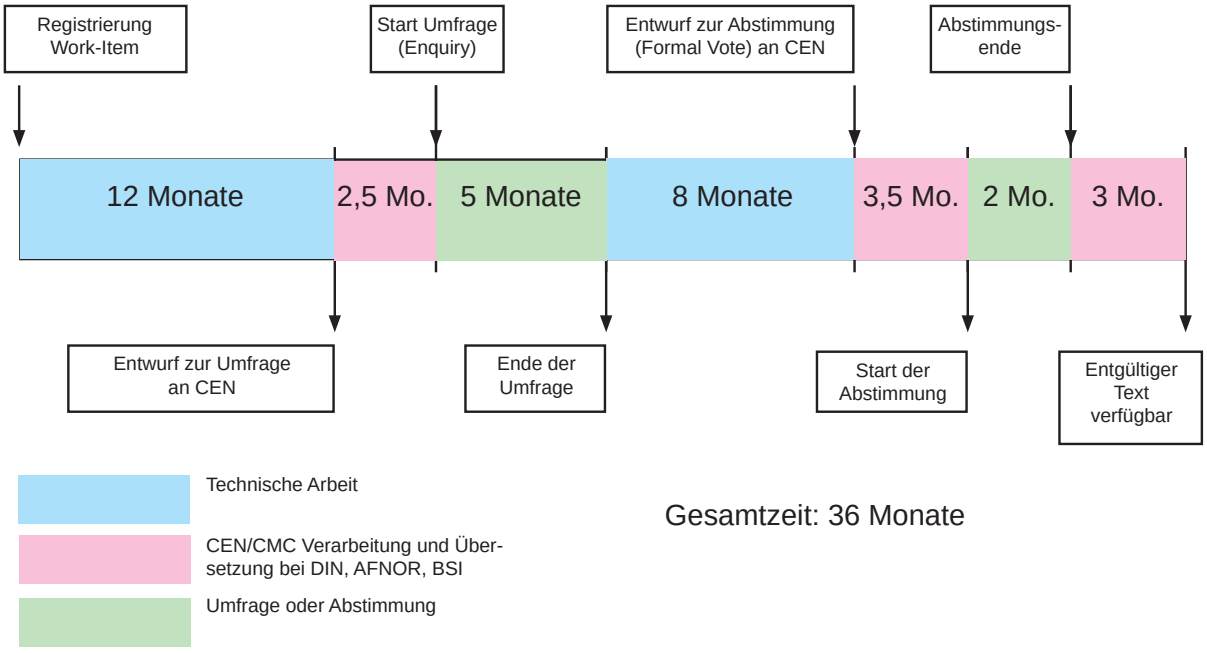


Abb. 2:Zeitschema für die Erarbeitung einer Europäischen Norm (EN)

Das entsprechende Arbeitsgremium (Arbeitsgruppe, engl. WG für Working Group) des TC, das ggf. erst eingerichtet wird, erstellt unter Berücksichtigung eventuell schon vorhandener Normen und Dokumente einen ersten Normenentwurf. Hierfür ist ein Zeitrahmen von 12 Monaten vorgegeben, der auf Beschluss und Antrag um maximal 9 Monate verlängert werden kann. Ist auf Grund von begrenzten Ressourcen die Vorlage eines Normenentwurfs in der vorgegebenen Zeit nicht möglich oder sind für die Erstellung der Normentwurfs noch viele Vorarbeiten notwendig, dann können Normen auch einen sogenannten Vorstufenstatus erhalten (Preliminary stage) und werden erst bei Vorliegen eines Entwurfs in das aktive Arbeitsprogramm des TCs übernommen.

Der Normenentwurf wird in einer der Arbeitssprachen des CEN (Englisch, Französisch oder Deutsch) erstellt und an das CEN-Zentralsekretariat CMC in Brüssel geschickt (CMC - CEN Management Centre). Dort erhält die Norm eine prEN-Nummer und wird in einer öffentlichen Umfrage an die CEN-Mitgliedsorganisationen zur Stellungnahme gesandt, die innerhalb von fünf Monaten erfolgen muss. Zu jedem Normentwurf werden durch DIN, BSI oder AFNOR die jeweils zwei fehlenden Sprachfassungen erstellt.

In Deutschland wird die deutsche Sprachfassungals Entwurf einer DIN-EN-Norm veröffentlicht, zu der innerhalb von zwei Monaten jeder Stellungnahmen abgeben darf.

Der jeweilige national zuständige Spiegelausschuss wird dann unter Hinzuziehung der Stellungnehmenden über die Hinweise zur Norm beraten und eine nationale Stellungnahme erarbeiten. Die Übersetzungsarbeit übernimmt im Regelfall das Spiegelgremium.

Die für den Druckbereich zuständigen Spiegelgremien in Deutschland sind:

Für Prozess- und Materialnormen

Die vom Normenausschuss Druck und Reproduktionstechnik (NDR) im DIN gespiegelten Gremien zum ISO/ TC 130 (NDR, NA 017-02 .. 04),www.ndr.din.de) und

für Maschinensicherheit

Der Normenausschuss Druck- und Papiermaschinen (NA 060-23-01) im Normenausschuss Maschinenbau des VDMA als Spiegelgremium zum CEN/TC 198

Auf Grundlage der nationalen Stellungnahmen erstellt das zuständige Arbeitsgremium (WG) einen entgültigen Entwurf (FprEN), der erneut in deutscher, englischer und französischer Sprache zu einer zweimonatigen Schlussabstimmung (Formal Vote) an die nationalen CEN-Mitgliedsorganisationen verteilt wird.

Für die Annahme als Europäische Norm sind mindestens 71 % der Stimmen der CEN-Mitglieder nötig. Nicht jedes Land hat jedoch ein gleiches Gewicht bei den Stimmen. Vielmehr trägt man der unterschiedlichen Größe und Wirtschaftskraft der Länder Rechnung. So haben zum Beispiel Deutschland, Frankreich, Italien und das Vereinigte Königreich je 29 Stimmen, Belgien und die Niederlande jeweils 12 Stimmen und kleine Länder wie Dänemark und Malta nur 7 bzw. 3 Stimmen.Bei einer positiven Abstimmung erfolgt die Ratifizierung der europäischen Norm innerhalb von einem Monat und muss von den CEN-Mitgliedsländern unverändert als nationale Norm veröffentlicht werden. Entgegenstehende nationale Normen müssen zurückgezogen werden.

Neben dem oben beschriebenen Umfrageverfahren gibt es für Normenentwürfe, bei denen weitgehend Konsens besteht, ein sogenanntes Einstufiges Annahmeverfahren (UAP – Unique Acceptance Procedure). Dieses Verfahren kombiniert das Umfrageverfahren mit der Abstimmung und verkürzt den Zeitrahmen auf 23,5 Monate.

Tabelle 1: Arbeitsschritte beim UAP-Verfahren

Arbeitsschritt	Zeitfrist
Registrierung des aktiven Work-Items	0
Einreichung des Entwurfs an CMC	0+12 Monate
Einreichung zum UAP-Verfahren	0+15,5 Monate
Ende der UAP-Abtimmung	0+20,5 Monate
Verbindlicher Normtext verfügbar	0+23,5 Monate

2.3 Normungsarbeit in den Technischen Komittees des CEN

Technische Komittes (TCs) im CEN werden durch den Technischen Lenkungsausschuss für ein bestimmtes Aufgabengebiet eingesetzt. Mitglieder des Technischen Komittees sind die nationalen CEN-Mitglieder, die jeweils bis zu drei Delegierte zu den Sitzungen entsenden können.

Jedes TC besitzt einen Sekretär und einen Vorsitzenden und stellt ein Arbeitsprogramm mit den Normungsprojekten auf.

Der Sekretär eines TCs ist für die Aktenführung und Organisation zuständig, er kümmert sich um die Aufbereitung der Dokumente, die Einreichung von Normenentwürfe und überprüft regelmäßig die veröffentlichten CEN-Dokumente. Der Vorsitzende lenkt die Arbeit des Sekretariats und leitet die Sitzungen.

Für die eigentliche Erarbeitung der Normen werden Arbeitsgruppen (WGs) eingerichtet. Jede Arbeitsgruppe hat einen Convenor, der für die ordnungsgemäße Ausführung der Normungsarbeit verantwortlich ist. Die CEN-Mitglieder ernennen für die einzelnen Arbeitsgruppen Experten.

Die Normungsarbeit und die Aufbereitung der Normungsdokumente erfolgt nach einheitlichen Grundsätzen, die in Dokumenten festgeschrieben sind. Dies sind z.B. die CEN Geschäftsordnung Teil 2 zu den gemeinsamen Regeln der Normungsarbeit oder der Teil 3 zur Gestaltung von Dokumenten (modifiziert auch als DIN 820-2).

Damit die Gestaltung der Dokumente einheitlich ist, müssen Manuskripte für Norm-Entwürfe und Normen verbindlich mittels eines speziellen Word-Makros (STD-Template) erstellt werden.

Ein Großteil der Kommunikation erfolgt heute auf elektronischem Weg, per E-Mail oder über webbasierte Plattformen.

Die Experten der Arbeitsgruppen haben über Kennwort einen geschützten Zugriff auf die Internet-basierte Arbeitsplattform „LiveLink“ (bei ISO: http://isotc.iso.org oder bei CEN: http://livelink.din.de), einer sogenannten ECM-Softwarelösung (Enterprise Content Management). Hier werden, strukturiert nach den verschiedenen Normungsgremien, Normenentwürfe und Sitzungsprotokolle bereitgestellt. Des Weiteren können die nationalen Abstimmungen zu den Normenprojekten hier eingestellt werden. Ein Vollzugriff besteht jeweils nur auf die Normungsgremien, in denen mitgearbeitet wird.

Normungssitzungen werden nur einberufen, wenn genügend Diskussionspunkte vorliegen und sich die ungeklärten Fragen nicht auf schriftlichem Wege lösen lassen. Sicherlich befördert der regelmäßige persönliche Kontakt der Normungsexperten aber auch die gemeinsame Arbeit und das Verständnis für unterschiedliche Sichtweisen.

3. Normung zur Maschinensicherheit im Rahmen des Neuen Konzepts

Mit der neuen Konzeption (New Approach) zur technischen Harmonisierung und Normung in Europa wurden seit 1985 26 Europäische Richtlinien verabschiedet, wovon 22 die CE-Kennzeichnung vorsehen. Diese Richtlinien enthalten die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen an bestimmte Produkte. Nur Produkte, die

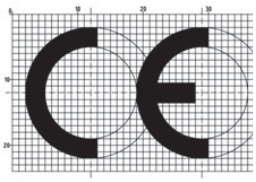


Abb 3: CE_Logo

diesen wesentlichen Anforderungen entsprechen, können im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr oder Betrieb gebracht werden.
ine der ersten Richtlinien nach der neuen Konzeption war die 1989 verabschiedete Maschinenrichtlinie.

Meilensteine zur Entwicklung eines europäischen Regelwerkes zur Maschinensicherheit

1985 Neue Konzeption der EG, Gründung des CEN/TC 114 - Sicherheit von Maschinen
1988-1990 Gründung produktbezogener CEN/TCs
1989 Veröffentlichung der Maschinenrichtlinie
1991 Veröffentlichung der Grundnorm EN 292 (Grundsätze, allgemeine Gestaltungsleitsätze)
1993 Schaffung des EG-Binnenmarktes
1993-95 Übergangsfrist für die CE-Kennzeichnung
1995 EG-Maschinenrichtlinie wird verbindlich (seit 1.1.1995 dürfen Maschinen und Anlagen im EWR nur mit CE-Kennzeichnung in Verkehr gebracht werden – zusätzlich ist eine Konformitätserklärung gefordert)
1996 EG-Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) verbindlich
2003 Revision der EN 292 als EN ISO 12100 veröffentlicht
Ende 2006 Neue Maschinenrichtlinie 2006/42/EG tritt in Kraft
29.12.2009 Maschinenrichtlinie 2006/42/EG muss angewendet werden

Die technischen Details zur Konkretisierung der grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie werden von den europäischen Normungsinstituten (CEN, CENELEC) auf Grundlage eines Normungsauftrages (Mandat) der EU erarbeitet. Ziel ist die Erarbeitung sogenannter europäisch harmonisierter Normen.

Eine Norm gilt im Rahmen des neuen Konzepts als harmonisierte Norm, wenn
a) für die Norm ein Normungsauftrag (Mandat) von der Europäischen Kommission vorliegt und
b) nach Verabschiedung die Fundstelle der Norm im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft veröffentlicht wurde.

Zur Maschinenrichtlinie wurden bisher ca. 750 Normen geschaffen.

Die Anwendung der Normen zur Maschinensicherheit ist freiwillig. Grundsätzlich kann das durch die Richtlinien geforderte Sicherheitsniveau auch auf anderem Wege erreicht werden. Allerdings kommt bei der Anwendung der Normen bei Konstruktion und Bau der Maschinen die sogenannte Konformitätsvermutung zur Anwendung, d.h. dass in diesem Fall davon ausgegangen werden kann, dass den grundlegenden Anforderungen der jeweilig geltenden Richtlinien entsprochen wurde.

Damit gesichert ist, dass bei der Erarbeitung der Normen zur Maschinensicherheit alle relevanten Anforderungen der Richtlinien beachtet wurden, wurde vor dem Abstimmungsverfahren eine Prüfung durch sogenannte CEN-Berater (CEN-Consultants) vorgesehen. Diese Berater prüfen die Inhalte der Normen zu den entsprechenden Richtlinien. Es sind jeweils mehrere Berater mit Zustän-

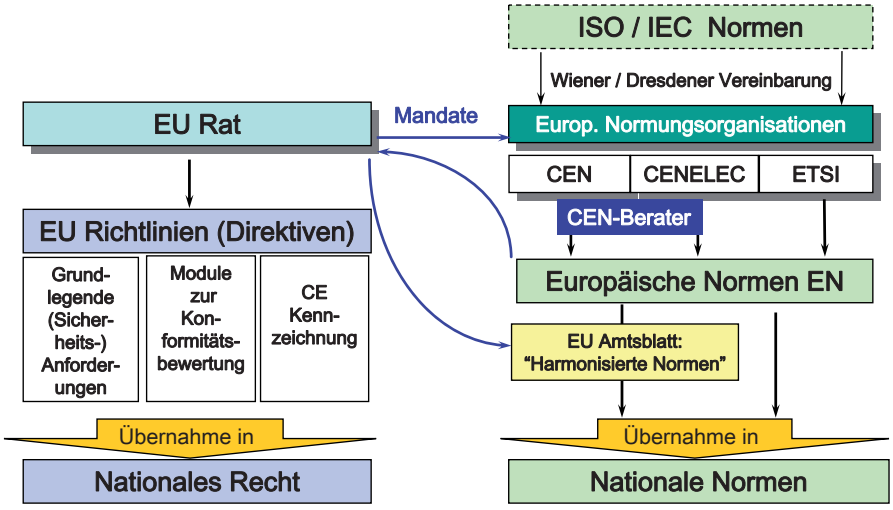


Abb. 4: Normung zur Maschinensicherheit im Rahmen von CEN

digkeit für unterschiedliche Inhalte (Maschinensicherheit, Lärm, Explosionsschutz) im Prüfprozess involviert. Sollten also bestimmte in der Richtlinie geforderte Aspekte nicht oder nicht in der richtigen Weise bei der Normenerstellung beachtet worden sein, so wird ein negatives Assessment (Einschätzung) mit entsprechenden Kommentaren an das Technische Komitee geschickt. Die Kommentare müssen dann nochmals in der entsprechenden Arbeitsgruppe ggf. unter Hinzuziehung des CEN-Beraters, beraten und die Normenentwürfe entsprechend überarbeitet werden.

Das Normenwerk für die Maschinensicherheit ist hierarchisch aufgebaut. Es gibt sogenannte Typ-A-,B- und C-Normen:

Typ-A-Norm
- Sicherheitsgrundnorm
- enthält Grundbegriffe, Gestaltungsleitsätze und allgemeine Aspekte
- kann für alle Maschinen, Geräte und Anlagen angewandt werden

Bsp.: EN ISO 12100-1 und 2 (Grundlagen, Leitsätze), EN ISO 14121-1 (Risikobeurteilung)

Typ-B-Norm
- Sicherheitsfachgrundnorm/Sicherheitsgruppennorm
- behandelt einen Sicherheitsaspekt oder eine Art von Schutzeinrichtungen, die für eine ganze Reihe von Maschinen verwendet werden kann

Typ-B1-Norm zu Sicherheitsaspekten
- z.B. Sicherheitsabstände, Oberflächentemperatur, Lärm

Bsp: DIN EN ISO 13857 Sicherheitsabstände, EN 1127-1 (Explosionsschutz)

Typ-B2-Norm für Systeme und Schutzeinrichtungen
- (z.B. Sicherheitsrelevante Teile von Steue rungen, Zweihandschaltungen, Verriegelungs einrichtungen, druckempfindliche Schutzein richtungen, trennende Schutzeinrichtungen)

Bsp: EN ISO 13849-1 (Steuerungen), EN ISO 13850 Not-Halt

Typ-C-Norm
- Sicherheitsfachnorm/ Produktnorm
- enthält detaillierte Sicherheitsanforderungen für eine bestimmte Maschine oder eine Gruppe von Maschinen mit ähnlicher bestim mungsgemäßer Verwendung, ähnlichen Gefähr dungen, Gefährdungssituationen und Gefähr dungsereignissen.

Bsp.: EN 1010-2 (Druck- und Lackiermaschinen)

Die Anforderungen an Inhalte und Aufbau von Normen zur Maschinensicherheit sind im CEN Guide 414 beschrieben. Die Normen müssen u.a. enthalten:

Inhalt

Seite

Vorwort .....

Einleitung .....

1 Anwendungsbereich .....

2 Normative Verweisungen .....

3 Begriffe .....

4 Liste der signifikanten Gefährdungen .....

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen .....

6 Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und /oder Schutzmaßnahmen .....

7 Benutzerinformation .....

Anhang A (normativ) .....

Anhang B (informativ) .....

Anhang ZA (informativ) **Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 98/37 EG** .....

Literaturhinweise .....

Abb. 5: Grundlegender Aufbau einer Typ-C-Norm, Quelle: CEN Guide 414

• eine Liste der signifikanten Gefährdungen
• Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen sowie
• die Verfahren zur Feststellung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und -maßnahmen.

Um Einschränkungen beim Konstruktionsprozess zu minimieren, soll bei der Formulierung von Typ-C-Normen so weit wie möglich mit Zielvorgaben und weniger mit konkreten technischen Lösungen gearbeitet werden.

Die Produktnormen können als Grundlage für die Konformitätsbewertung bei den Maschinenherstellern herangezogen werden. Die Konformitätsbewertung ist zwingende Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung. Die an der Normenerstellung beteiligten Experten müssen die geforderte Risikoanalyse für die entsprechenden Maschinen bei der Erstellung der Normen vorwegnehmen. Sie definieren die Gefährdungen, nehmen eine Risikobeurteilung vor und beschreiben notwendige Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen.
Dies ist für die Maschinenhersteller eine große Hilfe bei den sicherheitsrelevanten Aspekten in der Entwicklung und Konstruktion.

4. Der Normenausschuss Maschinenbau und die Rolle des VDMA in der Normung

Die Normung im Maschinenbau und die damit in Zusammenhang stehende Interessensvertretung gehört zu den Kernaufgaben des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.). Nicht verwunderlich ist es daher, dass zwei externe Normenausschüsse des DIN hier angesiedelt sind:
• der Normenausschuss Maschinenbau (NAM) und
• der Normenausschuss Werkzeugmaschinen (NWM).

Der VDMA ist finanzieller, personeller und organisatorischer Träger des NAM. Investiert werden jährlich mehr als 4 Mio. €, um die Normungsaktivitäten des NAM auf nationaler (DIN), europäischer (CEN) und internationaler Ebene (ISO) zu betreuen.

In den Verantwortungsbereich des NAM fallen ca. 1300 nationale Normen und ca. 1600 internationale Normen mit Bezug zum Maschinenbau.
In den 27 Fachbereichen mit ca. 210 Arbeitsgremien arbeiten über 2000 Experten aus der Industrie und von Institutionen mit. Im VDMA werden ca. 40 Vollzeitstellen für die Normungsarbeit aufgewendet.

Es hat sich über die Jahre bewährt, dass die Fachreferenten für Technik der einzelnen Fachverbände im VDMA in Personalunion auch für die Normung ihres Industriebereiches zuständig sind.
Die Normungsausschüsse des NAM arbeiten nach den Grundsätzen des DIN und bewahren ein hohes Maß an Neutralität, in dem alle interessierenden Kreise, d.h. nicht nur die Mitgliedsunternehmen des VDMA, bei den Normungsprojekten einbezogen werden.
:

Grundsätze der Normungsarbeit: Freiwilligkeit, Öffentlichkeit, Breite Beteiligung, Konsens, Einheitlichkeit, Widerspruchsfreiheit, Sachbezogenheit, Stand der Wissenschaft, Stand der Technik, Wirtschaftlichkeit, Allgemeiner Nutzen, Internationalität.

Einer der Fachbereiche des NAM ist der Normenausschuss „Druck- und Papiermaschinen“ (NA-060-23), der im Fachverband Druck- und Papiertechnik betreut wird. Der hier zuständige Fachreferent für Technik und Forschung ist ca. 30% seiner Arbeitszeit für die Normung tätig und ist auch gleichzeitig Sekretär des CEN/TC 198 „Druck- und Papiermaschinen“.

Die Normungstätigkeit im Maschinenbau ist schon seit Beginn des 20. Jahrhunderts eng mit der Tätigkeit der Fachgemeinschaften (heute Fachverbände) des VDMA verbunden. Mit dem Umzug des VDMA von Düsseldorf in das neue Büro-Gebäude in Frankfurt-Niederrad im Jahre 1968 wurde ein großer Teil der Fachnormenausschüsse hier konzentriert.

Während in der Vergangenheit der Schwerpunkt der Normung im Bereich Vereinheitlichung und Rationalisierung lag, stehen heute für den Maschinenbau andere Normungsaspekte im Vordergrund, u.a.:
• Maschinensicherheit
• Mess- und Prüfverfahren
• Schnittstellen für Soft- und Hardware

Ziel ist heute nicht mehr die Erarbeitung von nationalen Normen (DIN-Normen), sondern die Mitgestaltung und Erarbeitung internationaler Normen (ISO) und deren Überführung in europäische (EN) und nationale Normen (DIN).

Neben der Normenerstellung bietet der VDMA mit den VDMA-Einheitsblättern den Unternehmen eine weitere Möglichkeit, Sachverhalte zu standardisieren. Die VDMA-Einheitsblätter haben gegenüber Normen nur einen eingeschränkten Konsensgrad einer begrenzten Gruppe von Interessierten. Ihr Status ist vergleichbar mit einer betriebsübergreifenden Werksnorm. Sie sind aber trotzdem in der Fachwelt anerkannt und weltweit recherchierbar.

Geschichtliche Daten zur Normung im Maschinenbau

1841 erste Gewindenormung
1869 Herausgabe des „Normalprofilbuches“ für Walzeisen
1892 Gründung des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten VDMA
1917 Gründung des Normalienausschuss für den allgemeinen Maschinenbau und Umbenennung in Normenausschuss der Deutschen Industrie (1926 Umbenennung in Deutscher Normenausschuss)
1921 Gründung der Normen-Kommission Druckmaschinen
1949 Gründung des Fachnormenausschuss Maschinenbau (FM) im VDMA
1975 Umbenennung des FM in Normenausschuss Maschinenbau im DIN (NAM)
1990 Konstituierende Sitzung des CEN/TC 198 „Druck- und Papiermaschinen – Sicherheit“ im Fachverband Druck- und Papiertechnik

5. Die Arbeit des CEN/TC 198 und die Entwicklung der Normenreihe EN 1010

Im Jahre 1989 übertrug das CEN das Sekretariat des CEN/TC 198 „Druck- und Papiermaschinen - Sicherheit“ an das DIN. Im März 1990 fand die konstituierende Sitzung dieses Technischen Komitees im VDMA in Frankfurt am Main statt. Seit dieser Zeit wird das Sekretariat des CEN/TC 198 im NAM geführt und in Personalunion durch den Fachreferenten für Technik im Fachverband Druck- und Papiertechnik betreut. Zur Gründungssitzung des CEN/TC 198 nahmen Vertreter aus 8 Ländern der damals 17 Mitgliedsorganisationen des CEN teil. Auf dieser Sitzung wurde beschlossen zwei Arbeitsgruppen zu bilden:

1.Arbeitsgruppe: Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen
2. Arbeitsgruppe: Papierherstellungsmaschinen

Die ersten Normenentwürfe basierten auf den Inhalten der Unfallverhütungsvorschriften (UVVen) der Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung und der Papiermacher Berufsgenossenschaft. Die Aufgabe der Arbeitsgruppe der nächsten Jahre war es nun, die Normvorschläge für die EN-Normen, die sich an den deutschen UVVen orientierten, an die Maschinenrichtlinie anzupassen.

Für die Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen entstand die 5-teilige Normenreihe EN 1010. Der Teil 1 der EN 1010 enthält die Anforderungen, die für alle Maschinen der Druck- und Papierverarbeitung gelten. Die spezifischen Anforderungen an bestimmte Maschinen sind dann in den Folgeteilen enthalten.

Die Normenreihe EN 1010 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsanforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen (CEN/TC 198 WG1)“

EN 1010-1:2004
Gemeinsame Anforderungen

EN 1010-2:2006
Druck- und Lackiermaschinen einschließlich Maschinen der Druckvorstufe

EN 1010-3:2002 Schneidmaschinen

EN 1010-4:2004
Buchbinderei-, Papierverarbeitungs- und Papierveredlungsmaschinen

EN 1010-5:2005 Wellpappenerzeugungs-, Flach- und Wellpappenverarbeitungsmaschinen

Es hat dann doch insgesamt 15 Jahre gedauert bis alle fünf Teile der Normenreihe EN1010 veröffentlicht waren.

Gründe für die Verzögerungen bei der Erarbeitung waren, u.a.:
- Mangelndes gegenseitiges Vertrauen der beteiligten europäischen Institutionen zu Beginn der Arbeiten und ein schwieriger Konsensfindungprozess zu Struktur und Inhalten

- Unklare Vorgaben von CEN zur Strukturierung der EN-Normen langwierige bürokratische Verfahren durch CEN-Regularien und durch die Involvierung von CEN-Beratern (Consultants)
- schwierige Terminfindung für Sitzungen durch Kapazitätsengpässe bei den Experten
- Sprachliche Abstimmung in den europäischen Amtssprachen
- Patentrechtliche Fragen

Zu letzterem ein Beispiel:
U.a. aufgrund eines tödlichen Unfalls in der Auslage einer Bogenoffsetdruckmaschine wurde in die EN1010-2 eine Lösung für den Zugangsschutz aufgenommen, die auf Patenten beruht, die von deutschen Herstellern gehalten werden. Diese Lösung sieht für die Zugangsbereiche in der Auslage Lichtgitter vor. Die Veröffentlichung der Norm wurde vorerst durch Einspruch anderer Druckmaschinenhersteller gestoppt. Die deutschen Firmen einigten sich später darauf, anderen Druckmaschinenherstellern zu günstigen Konditionen und in nicht diskriminierender Weise Lizenzen anzubieten und es wurde ein entsprechender Hinweis in die Norm EN 1010-2 aufgenommen.

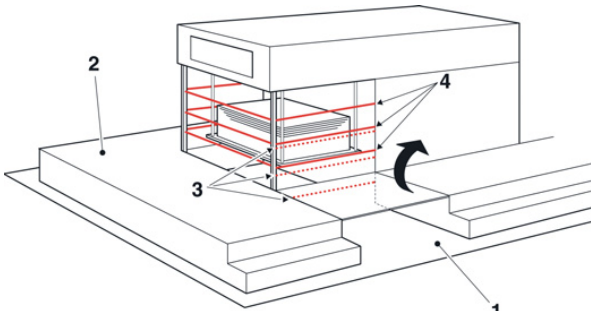


Abb. 6: Überwachung der Zugangsbereiche am Ausleger einer Bogenoffsetdruckmaschine, Quelle EN 1010-2

Die fünfteilige Normenreihe EN 1010 konnte im Jahr 2006 mit der Veröffentlichung der EN 1010-2 zu Druck- und Lackiermaschinen fertiggestellt werden.

Damit ist die Arbeit an dieser Normenreihe nicht beendet, da
- die Normen alle fünf Jahre zu prüfen sind und eine Entscheidung getroffen werden muss, ob die Norm bestätigt, überarbeitet bzw. zurück gezogen werden soll,
- sich der Stand der Technik in der Zwischenzeit verändert hat und neue technische Lösungen Beachtung in Normen finden sollten,
- in Bezug genommene Grundnormen und Richtlinien sich verändern und
- es nach wie vor ein Parallelentwicklung von Normen zu diesen Maschinen auf ISO-Ebene gibt.

Das CEN/TC 198 ist heute wie folgt strukturiert:

CEN/TC 198
Chairman (Vorsitzender): Michael Rehberg, Heidelberger Druckmaschinen AG
Sekretariat: Roger Starke, Spiegelgremium AA 060-23-01 im NAM (VDMA)

Arbeitsgruppen

WG1 EN 1010
Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsanforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen
Convenor: Dr. Michael Ebert, BG Druck- und Papierverarbeitung

WG2 EN 1034
Sicherheit von Maschinen
Sicherheitstechnische Anforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung
Convenor: Dr. Ing. Karl Friedrich Bonnet, Papiermacher BG

WG3 EN 13023
Geräuschmessverfahren für Druck- und Papierverarbeitungs-, Papierherstellungs- und Ausrüstungsmaschinen
Convenor: Christian Hieb, Heidelberger Druckmaschinen AG

Sitzungen des gesamten TC 198 unter Beteiligung der Vertreter der CEN-Mitglieder finden sehr selten statt, da die meisten Sachverhalte auf schriftlichem Weg geklärt werden können und Konsens über den Arbeitsplan besteht.

Die Weiterentwicklung der EN 1010-Normenreihe obliegt der Arbeitsgruppe WG1 „Sicherheitsanforderungen an Konstruktion und Bau von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen“.

In dieser Arbeitsgruppe des CEN/TC 198 arbeiten derzeit Experten aus folgenden Ländern aktiv mit: Dänemark, Deutschland, Vereinigtes Königreich, Frankreich, Italien, Schweden und Spanien. Dies deckt sich auch weitgehend mit den Herstellerländern für Maschinen und Anlagen der Druckindustrie in Europa. Die Gruppe setzt sich zusammen aus Fachleuten für Produktsicherheit von Maschinenbaufirmen (z.B. Heidelberger Druckmaschi-

nen AG, Cerutti (IT), Comexi (SP), manroland AG, Tresu (DK)), Fachreferenten von Schwesterverbänden (z.B. Picon (UK)), Gewerkschaftsvertretern (z.B. UnitetheUnion (UK) und Experten der Berufsgenossenschaft sowie deren Prüf- und Zertifizierungsstelle.

. Die detaillierte Bearbeitung der Normenprojekte erfolgt auf freiwilliger Basis in Untergruppen bzw. durch einzelne Experten. Auf den Sitzungen der gesamten Arbeitsgruppe werden dann die erarbeiteten Vorschläge diskutiert und Beschlüsse gefaßt.

Heute ist die Arbeitssprache in den Sitzungen Englisch. Auch die Sprache der Bezugsfassung der Norm ist Englisch. Dies war bei der Entstehung der Normen der EN-1010 anders. Man hatte sich ursprünglich – wie nach den CEN-Regeln möglich - auf Deutsch als Bezugssprache geeinigt, da dies Vorteile bei der Ausarbeitung hatte, u.a. da viele deutsche Experten beteiligt waren. Zu dieser Zeit wurden die Sitzungen mit Dolmetschern für Englisch und Französisch durchgeführt, um gleichzeitig die notwendigen französischen und englischen Übersetzungen anzufertigen. Heute werden die deutsche und französische Sprachfassung erst nach Einreichung der Norm erstellt. Vorteil ist eine schnellere Erarbeitung und Einsparung von Übersetzungskosten. Allerdings gibt es ab und zu auch Verständigungsprobleme in den Sitzungen.

Auf Grund einiger Veränderungen in der Maschinensicherheitsnormung wurde seit Ende 2006 die Arbeit in den Arbeitsgruppen des CEN/TC 198 wieder intensiviert. Zum einem erforderte die Novellierung der Maschinenrichtlinie eine Anpassung aller Normen an die überarbeiteten Anforderungen des Anhanges I. Zum anderen gab es Veränderungen im Bereich der Steuerungsnormen. Auch hatten die fortgeschrittenen Arbeiten auf ISO-Ebene zu einem aktuelleren Stand der Technik in den Normen der ISO 12643 geführt. Es wurde Konsens in der Arbeitsgruppe CEN/TC 198 WG1 erzielt, die Normenprojekte auf ISO-Ebene aktiv mitzugestalten und in den nächsten Jahren schrittweise die neuen Inhalte in die Revision der EN 1010-Reihe einfließen zu lassen.

Auf der Herbstsitzung 2007 wurde, basierend auf den aktuellen Entwürfen der ISO 12643, die Überarbeitung der EN 1010-Reihe in Angriff genommen.

Eine 1:1-Übernahme der Inhalte der ISO 12643-Normen in die EN 1010 ist jedoch, auf Grund der in Europa geltenden Maschinenrichtlinie, nicht ohne eine entsprechende Anpassung möglich. Des Weiteren ist die EN 1010 strukturell etwas anders aufgebaut.

Es wird daher jeder Abschnitt der ISO 12643 geprüft und entschieden, ob er übernommen werden kann bzw. in welcher Form er zu modifizieren ist. Eine große Herausforderung ist es, alle normativen Verweise auf die A- und B-Normen und die EN 1010-1 zu aktualisieren. Da sich die Überarbeitung über mehrere Monate erstreckt, müssen zusätzlich die in der Zwischenzeit gemachten Anpassungen durch die Amendments (Änderungen) zur neuen Maschinenrichtlinie und die Aktualisierung der ISO 12643-Normen berücksichtigt werden.
Während die Normenreihe EN 1010 seit 2006 vollständig ist und in den nächsten Jahren die Normeninhalte immer wieder gemäß dem Stand der Technik angepasst werden müssen, wird die Normenreihe EN 1034 „Sicherheitstechnische Anforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung“ (CEN/TC 198 WG2) mit derzeit 10 Normenteilen noch mit weiteren Normen ergänzt. In den Jahren 2008 und 2009 wurden die Hauptnormen zu Papiermaschinen (EN 1034-16) und Tissue-Maschinen (EN 1034-17) sowie zu Streichmaschinen (EN 1034-21) erstellt.

Neben den Normungsprojekten erarbeitet das CEN/TC 198 nationale Stellungnahmen zu internationalen Normungsprojekten und benennt Delegierte für internationale Sitzungen.

Das Sekretariat des CEN/TC 198 am Fachverband Druck- und Papiertechnik ist unterstützend tätig und überwacht die fristgerechte Bearbeitung der Projekte und Abstimmungen. Eine Sekretärin und ein Fachreferent sind für die Organisation der Sitzungen und die Aufbereitung der Dokumente zuständig. Des Weiteren werden über das Sekretariat die Kontakte zu DIN, NAM und CMC gehalten.

Neben dem CEN/TC 198 gibt es noch ein weiteres Gremium von deutschen Experten, das sich insbesondere mit Fragen der Steuerungsnormen auseinandersetzt. Dies ist der Arbeitskreis Elektroingenieure, der auch über den Fachverband Druck- und Papiertechnik des VDMA organisiert wird und dem Experten der Elektrokonstruktionsabteilungen der Maschinenhersteller angehören.

6. Beteiligung deutscher Experten an der Erstellung der ISO 12643 – die Arbeitsgruppe WG5 des ISO/TC 130

Für die Erarbeitung von ISO-Normen zur Maschinensicherheit an Druck- und Weiterverarbeitungsmaschinen ist die Arbeitsgruppe WG5 „Ergonomics – Safety“ des Technischen Komitees ISO/TC 130 „Graphic Technology“ zuständig. Das Sekretariat des TC 130 ist beim DIN in Berlin angesiedelt. Die Arbeitsgruppe TC 130/ WG5 ist über die amerikanische Normungsorganisation ANSI an den amerikanischen Verband der Zulieferfirmen für Druck und Papierverarbeitung NPES angebunden, der die Erstellung der Normenreihe ISO 12643 - „Requirements for graphic technology equipment and systems“ - koordiniert. Das erste Treffen dieser Arbeitsgruppe fand 1996 statt.
Neben Experten aus den USA, dem Vereinigten Königreich, Japan, China und Brasilien nehmen auch mehrere Experten der deutschen Druckmaschinenhersteller und der Berufgenossenschaft Druck- und Papierverarbeitung an den internationalen Sitzungen dieser Arbeitsgruppe teil.

Die Normenreihe ISO 12643
Graphic technology - Safety requirements for graphic technology equipment and systems
Part 1: General requirements
Part 2: Press equipment and systems
Part 3: Binding and finishing equipment and systems
Part 4: Converting equipment and systems
Part 5: Stand-alone platen presses

Durch die intensive Beteiligung der deutschen Experten flossen Struktur und wesentliche Inhalte der EN1010-Reihe in die Erarbeitung der ISO 12643-Reihe ein. Auch die amerikanische Norm ANSI B65 war Grundlage der neuen Normenreihe.

Es besteht für die Maschinenhersteller verständlicherweise der Wunsch nach einem international einheitlichen technischen Regelwerk für die Maschinensicherheit an Maschinen für die Druckindustrie. Dies würde helfen, Kosten einzusparen, da länderspezifische Anpassungen wegfallen. Dies setzt allerdings voraus, dass die einzelnen Länder die auf ISO-Ebene erarbeiteten Normeninhalte in das nationale Normenwerk übernehmen. Langfristiges Ziel ist deshalb, die Inhalte der ISO 12643- und der EN 1010-Reihe anzugleichen und in einer EN ISO-Norm zu vereinigen. Obwohl hierfür mit dem Wiener Abkommen Verfahrensweisen existieren, die zwischen CEN und ISO abgestimmt wurden, ist dies praktisch nicht so einfach zu realisieren. Es werden daher noch einige Zeit beide Normenreihen parallel existieren.

7. Die neue Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und deren Auswirkungen auf die Normungsarbeit

Die neue Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ist seit Ende 2006 in Kraft und gilt für alle Maschinen, die ab dem 29. Dezember 2009 im EWR in Verkehr gebracht werden. Sie basiert auf der Maschinenrichtlinie 98/37/EG, die bis zu diesem Zeitpunkt noch gültig war. Eine Übergangsfrist, in der beide Richtlinien gelten, war nicht vorgesehen.

Ziel der Novellierung der Maschinenrichtlinie war es, durch Neuregelung und Klarstellung für eine größere Rechtssicherheit zu sorgen. So wurde zum Beispiel der Anwendungsbereich der Richtlinie genauer gefasst und die Abgrenzung zur Niederspannungsrichtlinie eindeutiger definiert. Die grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen, die im Anhang I der Maschinenrichtlinie enthalten sind, wurden an den Stand der Technik angepasst.

Wesentliche Änderungen wurden zum Beispiel im Bereich der Steuerungen vorgenommen. So darf z.B. ein Defekt in der Hardware und der Software der Steuerung nicht zu Gefährdungssituationen führen.

Eine nee Anforderung ergibt sich auch für feststehende trennende Schutzeinrichtungen. Neu ist, dass die Befestigungsmittel, also z.B. die Schrauben, nach dem Abnehmen der Schutzeinrichtung mit der Schutzeinrichtung oder mit der Maschine verbunden bleiben müssen. Dieser Punkt hat in der Arbeitsgruppe WG 1 des TC 198 zu sehr langen und teils kontroversen Diskussionen geführt. Da bei den Anforderungen keine Unterschiede zwischen Bediener und Servicepersonal der Hersteller gemacht wird, gilt diese Anforderung natürlich in gleicher Weise für Abdeckungen, die nur vom Servicepersonal zu Wartungsarbeiten abgenommen werden. Unklar war, ob diese Forderung bis zum Stichtag der neuen Maschinenrichtlinie durch die Hersteller umzusetzen ist.

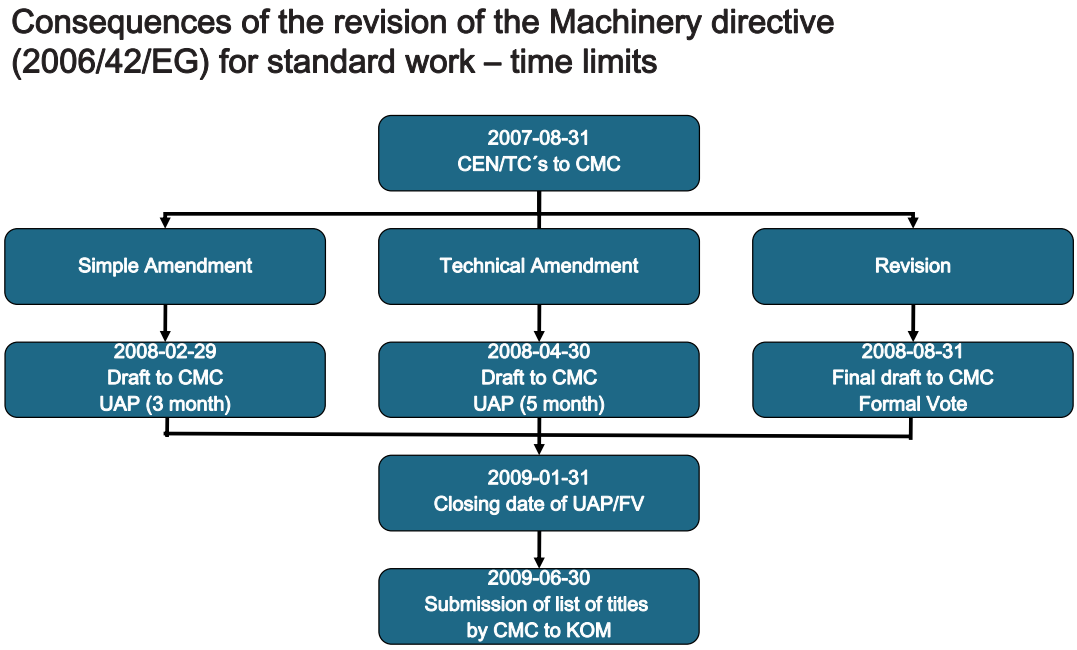


Abb. 7: Fristen zur Anpassung der Normen an die neue Maschinenrichtlinie

Auch für die Kennzeichnung der Maschine und die Betriebsanleitung ergeben sich Veränderungen. Das angegebene Baujahr muss jetzt dem Jahr entsprechen, in dem der Herstellungsprozess abgeschlossen wurde. So ist es z.B. untersagt, bei der Anbringung der CE-Kennzeichnung das Baujahr der Maschine vor- oder zurückzudatieren.
Weiterhin muss die Betriebsanleitung jetzt in der Amtssprache des Mitgliedsstaates beiliegen, in dem die Maschine in Verkehr oder Betrieb genommen wird. Bei einer Übersetzung der Originalbetriebsanleitung muss diese auch als solche gekennzeichnet sein. Hingewiesen werden muss darin zusätzlich auf die Restrisiken sowie auf die vom Betreiber zu treffenden Schutzmassnahmen einschließlich der bereit zu stellenden persönlichen Schutzausrüstung. Eine weitere Änderung ergibt sich bei der Angabe der Luftschallemission an der Maschine. So ist der A-bewertete Emissionsschalldruckpegel in der Betriebsanleitung anzugeben, wenn er 80 dB übersteigt. Bisher lag dieser Wert bei 85 dB.

Trotz der überschaubaren Änderungen der neuen gegenüber der alten Maschinenrichtlinie bedingen die Modifikationen der grundlegenden Anforderungen des Anhanges I die detaillierte Prüfung und Änderung aller unter der Maschinenrichtlinie harmonisierter Normen. Von der Anpassung betroffen waren mehr als 600 Typ-A, -B oder -C Normen.

Das CEN/TC 198 stand vor der Aufgabe, alle 16 veröffentlichte Normen zu überprüfen und durch entsprechende Änderungen (Amendments) an die neue Maschinenrichtlinie anzupassen: Dies betraf

- die 5 Normen der EN 1010
- 10 Normen der EN 1034 für Papiermaschinen und
- die EN 13023 für Geräuschmessung.

Die Anpassung an die neue Maschinenrichtlinie stellte alle vor große Herausforderungen, da zwischen dem Auftrag der EU-Kommission an das CEN im November 2006 bis zur Veröffentlichung nur maximal 15 Monate zur Verfügung standen. Es wurden drei verschiedene Wege für die Anpassung vorgesehen:

1. Eine sog. einfache Änderung (Simple Amendment) für Normen, die nur einen neuen Anhang Z bekommen, um den formalen Bezug zur neuen Maschinenrichtlinie herzustellen.

2. Eine sogenannte technische Änderung (Technical Amendment) für Normen, in denen Änderungen begrenzten Umfanges notwendig sind, z.B. Änderung der normativen Verweise.

3. Eine komplette Überarbeitung der Normen (Revision).

Auf einer Sitzung unter Hinzuziehung der Convenor und des Vorsitzenden des CEN/TC 198 wurden für die einzelnen Normen die Art der Änderung festgelegt. Man entschied sich dafür, für die Normen mit den allgemeinen Anforderungen EN 1010-1 und EN 1034-1 jeweils ein technisches Amendment und für die Folgeteile eine einfache Änderung vorzusehen. Da zur selben Zeit Unterschiede in der englischen und deutschen Version der EN 1010-2 festgestellt worden sind, wurde aufgrund der notwendigen Änderungen auch für diese Norm eine technische Änderung vorgesehen.

Sicherlich wäre für die eine oder andere Norm auch eine Revision sinnvoll gewesen, jedoch reichte die zur Verfügung stehende Zeit hierfür nicht aus.

Im Herbst 2008 wurde dann in den Arbeitsgruppen begonnen, die notwendigen Änderungen einzuarbeiten. Vom Sektor Maschinensicherheit im CEN wurde hierfür ein tabellarisches Vergleichsdokument der Anhänge I der alten und der neuen Richtlinie zur Verfügung gestellt. Man einigte sich darauf, den Aufwand auf das notwendige Maß zu beschränken, da schon in 2006 beschlossen worden war, eine komplette Revision der Normenreihen EN 1010 auf Grundlage der ISO 12643 in Angriff zu nehmen. Man beschränkte sich daher auf die Anpassung der normativen Verweise, die Einarbeitung der wesentlichen neuen Anforderungen und passte gleichzeitig die Anforderungen an sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen zur neuen ISO 13849-1 an.

Fristgerecht konnten die Änderungen zu den Normen der EN1010 an das CEN-Zentralsekretariat CMC zur weiteren Bearbeitung und zur Einleitung des UAP-Verfahrens eingereicht werden. Danach traten jedoch gegenüber den geplanten Fristen (s. Bild 7) Verzögerungen ein. Dies war hauptsächlich darin begründet, dass die CEN-Berater für Maschinensicherheit, die die Normen nochmals analog der Maschinenrichtlinie prüfen, die große Menge an gleichzeitig eingereichten Dokumenten nicht in der vorgegebenen Zeit bewältigen konnten. Erschwerend kam für die Normen der EN 1010 hinzu, dass während des Prozesses der CEN-Berater für Maschinensicherheit wechselte. So konnten mit dem neuen CEN-Berater erst Mitte 2009 die noch notwendigen Änderungen abschließend beraten werden, obwohl mit dem Vorgänger schon Ende 2008 dessen Einsprüche weitgehend geklärt waren.

Weitere Probleme entstanden durch die unzureichenden Anforderungen an Stanztiegel in der EN 1010-5. Hier gab es im Frühjahr 2009, aufgrund von schweren Unfällen an Stanztiegeln in England und Deutschland, einen formellen Einwand der Briten. Hier stand eine weitere Überarbeitung an, um zusätzliche Überwachungen für diese Stanztiegel vorzusehen. Eine weitere Zeitverzögerung trat ein, da die Assessments des Geräusch-Beraters für alle Normen bis Ende 2008 auf sich warten ließen.

Obwohl die Änderungen bezüglich der neuen Maschinenrichtlinie marginal waren, kam es aufgrund der Vielzahl der gleichzeitig eingereichten Normenänderungen (ca. 600 Normen) zu Kapazitätsengpässen beim CEN. So war schon Anfang 2009 davon auszugehen, dass nur ca. 70 – 90 Prozent der bestehenden Normen zur Maschinensicherheit bis zum Stichtag 29.12.2009 als harmonisierte Norm zur neuen Maschinenrichtlinie 2006/42/EG im Amtsblatt der EU veröffentlicht sein werden und die Fertigstellung der anderen Normenänderungen sich bis in das erste Halbjahr 2010 verschieben wird.

Für die Experten und das Sekretariat des CEN/TC 198 war es eine zusätzliche Arbeitsbelastung. Ab Ende 2008 wurde die weitere Bearbeitung der Änderungen darüber hinaus durch die schwierige wirtschaftliche Lage und die damit verbundene geringere Verfügbarkeit von Experten belastet.

8. Die Ablösung der Steuerungsnorm ISO 954-1 durch die ISO 13849-1

Eine weitere Herausforderung für die Normungsarbeit ist die Überarbeitung des komplexen Regelwerks zu Steuerungsnormen. Ab Ende 2009 wird die wichtige Steuerungsnorm EN 954-1 nach einer dreijährigen Übergangsfrist durch die EN ISO 13849-1 „Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen“ abgelöst. Die Überarbeitung war notwenig, da man eine Anpassung an andere internationale Normen zu diesem Thema anstrebt und programmierbare elektronische Systeme mit Sicherheitsfunktion bisher nur unzureichend berücksichtigt wurden.

Mit der ISO 13849-1 lassen sich sicherheitstechnische Architekturen von Steuerungen nun noch flexibler einsetzen. Statt dem Kategoriebegriff der EN 954-1 wurden Performance-Levels eingeführt, womit jetzt Kombinationen verschiedener Steuerungsstrukturen mit verschiedenen Technologien einfach realisierbar sind.

Neu ist auch, dass man die Ausfallwahrscheinlichkeit der einzelnen Komponenten und des gesamten Steuerungssystems mit betrachten muss. So führt die neue Norm zwar zu einem größeren Gestaltungsspielraum, aber auch zu neuen Aufwendungen in der Berechnung und für die Dokumentation. Für die Normen bedeutete dies die Überarbeitung aller Abschnitte mit Anforderungen an sicherheitsbezogen Teile von Steuerungen. Die entsprechenden Absätze der EN 1010-1 und -2 wurden schon diesbezüglich überarbeitet und die bisher vorgegebenen Steuerungskategorien durch Performance-Levels nach ISO 13849-1 und Sicherheitsintegritätslevel (Safety Integrity Level, SIL) nach EN 62061 ersetzt.

9. Zusammenfassung

Nicht nur für Außenstehende, auch für die in der Normung involvierten Fachkräfte, ist das komplexe System der Normung mit seinen vielfältigen formalen Abläufen schwer durchschaubar und erschließt sich erst über jahrelange Erfahrungen auf diesem Gebiet.

Die Arbeiten an Normungsprojekten erstrecken sich meist über viele Jahre. Dies liegt zum einen an langwierigen Abstimmungen zur Konsensbildung in den international besetzten Arbeitsgremien. Andererseits verzögert sich die Veröffentlichung teilweise durch formelle Dinge und die Einsprüche der CEN-Berater.

Auch wenn die Normungsarbeit mit sehr großen Aufwendungen und teils auch mit Frustrationen verbunden ist, muss immer wieder auf die Bedeutung der Normung zur Maschinensicherheit hingewiesen werden. Maschinensicherheitsnormen unterstützen die Hersteller bei der Risikoanalyse und Konformitätsbewertung. Sie helfen beim Abbau von Handelshemmnissen und tragen dazu bei, dass die Maschinen der Drucktechnik noch sicherer werden. Dabei ist das hohe Sicherheitsniveau in Europa durch die EG-Richtlinien auch für Hersteller anderer Weltregionen Motivation, mehr Augenmerk auf die Maschinensicherheit zu legen.

Die Experten der deutschen Maschinenhersteller und der Berufsgenossenschaften sind maßgeblich an der Schaffung eines international einheitlichen Normenwerkes zur Sicherheit an Maschinen der Druck- und Papiertechnik beteiligt. Die Mitarbeit in den Arbeitsgruppen des CEN/TC 198 bietet den exportorientierten deutschen Maschinenbauunternehmen die Möglichkeit, ihr Know-How einzubringen und bewährte technische Lösungen in internationalen Standards zu verankern.
Da sich die Technik weiterentwickelt, wird sich zwangsläufig auch die verfügbare Sicherheitstechnik verändern und die ständige Anpassung der Normen erfordern.
Es ist zu hoffen, dass die Normungsarbeit für Druck- und Papier so konstruktiv wie in den letzten Jahren weitergeführt wird und irgendwann in einer einheitlichen EN ISO – Norm ihren Niederschlag findet.

Literaturverzeichnis:

Hands on standardization – A starter guide to standardization for experts in CEN technical bodies, CEN, Brüssel Januar 2009, www.cen.eu/cenorm/workarea/handson/index.asp

KAN-Bericht 35, Einflussmöglichkeiten des Arbeitsschutzes auf die CEN-Normung, Dipl.-Ing. Klaus-Peter Schulz, Berlin November 2006, www.kan.de

KAN-Bericht 40, Die neue Maschinen-Richtlinie, herausgegeben von Ulrich Bamberg und Stefano Boy, Juli 2008, www.kan.de

Sicherheitsgerechtes Konstruieren von Druck- und Papierverarbeitungsmaschinen
Mechanik, Berufsgenossenschaft Druck und Papierverarbeitung Wiesbaden, Dezember 2008, www.bgdp.de

50 Jahre Normenausschuß Maschinenbau 1949-1999, Normenausschuß Maschinenbau

Funktionale Sicherheit von Maschinensteuerungen - Anwendung der DIN EN ISO 13849 (BGIA-Report 2/2008), BGIA – Institut für Arbeitsschutz in Sankt Augustin 2008, www.dguv.de/bgia

Die neue EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Thomas Klindt, Thomas Kraus,

Dirk von Locquenghien, Hans- J. Ostermann, Beuth Verlag Berlin, Januar 2007

Leitfaden für die Umsetzung der nach dem neuen Konzept und dem Gesamtkonzept

verfaßten Richtlinien, Europäische Kommission 2000, http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/legislation/guide/document/guidepublicde.pdf

Liste der harmonisierten Normen:
http://www.newapproach.org/Directives/DirectiveList.asp

Maschinenrichtlinie aktuell, Heft I + II, DIN Verlag Berlin 2009

CEN Guide 414: Safety of machinery – Rules for the drafting and presentation of safety standards, www.cen.eu/boss

Diplom-Physiker, Dr. rer. nat. Martin Schmitt-Lewen, Heidelberger Druckmaschinen AG

„Funktionales Drucken“ – Neue Applikationen für Druckprodukte

Studium der experimentellen Physik an der Universität Würzburg und nach der Promotion Tätigkeit als Entwicklungsingenieur in Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus. Seit 1997 Mitarbeiter der Heidelberger Druckmaschinen AG. Abteilungsleiter „Technologies for Future Business“ mit der Aufgabe der Identifikation und Bewertung von neuen Technologien sowie der Entwicklung von neuen Geschäftsideen für die Druckindustrie. Schwerpunkte auf neuen Anwendungen für Printmedien wie z.B. neue Veredelungsmöglichkeiten und neue Funktionalitäten. Projektleiter einer Forschungskooperation der TU Darmstadt und Heidelberger Druckmaschinen AG im Bereich „neue gedruckte Funktionalitäten“. Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der Innovation Lab GmbH mit Sitz Heidelberg. Mitglied des VDD.

Einleitung

Funktionales Drucken ist ein Sammelbegriff für neue Applikationen von Funktionsmaterialien, die durch Drucken auf flache Substrate aufgebracht werden. In diesem Sinn sind Anwendungen innerhalb und außerhalb von Printmedien gemeint. Innerhalb der Printmedien ergeben sich daraus neuartige Möglichkeiten der „Veredelung“. Dazu gehören aus heutiger Sicht spezielle Lackanwendungen, wie Strukturlacke oder Perlglanz, Sondereffekte wie Drip-Off und Ähnliches.

Das Funktionale Drucken außerhalb der Printmedien ist noch weiter zu fassen. In diesen Bereich gehören unter anderem die weltweit vielfältigen Aktivitäten im Bereich der organischen, polymeren und/oder gedruckten Elektronik. Je nach Blickwinkel der Anwender werden die Begriffe unterschiedlich verwendet. Wenn die Materialseite im Vordergrund steht, findet man die Begriffe organische Elektronik, Polymer-Elektronik manchmal auch Plastik-Elektronik. Wenn jedoch das Herstellverfahren im Vordergrund steht, spricht man von gedruckter Elektronik. Keiner der Begriffe ist wirklich optimal, denn immer wieder kommt es dadurch zu Verwirrungen, insbesondere was die Möglichkeiten der heutigen Druckverfahren angeht. Das sei am Beispiel RFID kurz erläutert.
RFID steht für Radio Frequenz Identifikation und meint ein System zur berührungslosen Identifikation – zum Beispiel einer Ware – als fortschrittlichere Alternative zum Barcode. Dieser wird durch ein Funketikett ersetzt und besitzt unter anderem die Vorteile einer sogenannten Pulklesung, d.h. mehrere IDs können zur fast gleichen Zeit ohne Sichtkontakt mit dem elektronischen Etikett gelesen werden.

Natürlich sind gewisse Prozessschritte bei der Herstellung etwa eines RFID-Etiketts durch heutige Druckverfahren möglich, wie etwa die Herstellung einer Antenne für 13,56 MHz Systeme im Siebdruck. Das heißt aber deswegen noch nicht, dass RFID-Elemente in der Druckmaschine herstellbar sind. Denn nach heutigem Stand der Technik wird erst auf der Basis eines Siliziumchips, der mit der Antenne verbunden ist (elektrisch kontaktiert), daraus ein elektronisches Funkelement etwa mit der Funktion eines elektronischen Barcodes. Das Anbringen des Chips auf der Antenne kann heute zum Beispiel auch auf Rolle-zu-Rolle Maschinen durchgeführt werden. Dabei handelt es sich aber nicht um gewöhnliche Druckmaschinen, sondern um spezielle Anlagen zum Aufspenden und Kontaktieren der Siliziumchips auf den Antennenstrukturen, die oft geätzt oder gestanzt werden. Von Druckprozessen ist also in der Regel wenig zu sehen. Dennoch ist auch dieses Themengebiet für spezialisierte Betriebe auch der Printmedienindustrie interessant, falls man sich dabei neuen Prozesstechnologien gegenüber zu öffnen bereit ist, die über das Drucken hinausgehen.

Im Folgenden sollen verschiedene, derzeit häufig diskutierte Anwendungsbereiche im Printmedienumfeld näher betrachtet werden, um darzustellen, was technisch schon möglich ist und was noch erwartet werden kann.

In den ersten Abschnitten werden verschiedene Aktivitäten anderer Entwicklungsprojekte im Umfeld der Printmedien exemplarisch vorgestellt.

- Anzeige-Elemente
- Erste „echte“ Anwendungen gedruckter Elektronik
- Verpackungsanwendungen mit integrierten elektronischen Funktionen
- Auto-Identifikation (RFID)
- Barcodes und Schnittstellen zu mobilen Endgeräten

In den beiden Abschnitten am Schluß werden dann abschließend die Aktivitäten der Heidelberger Druckmaschinen AG zum „Funktionalen Drucken“ beschrieben.

- Entwicklung neuer Anwendungen im Forschungsprojekt Heidelberg mit der TU Darmstadt
- Anwendungen außerhalb der Printmedien-Landschaft

Anzeige-Elemente

Die folgende Abbildung zeigt eine Auswahl von Anzeigeelementen, die eines gemeinsam haben: sie sind grundsätzlich für flexible Anwendungen geeignet oder denkbar und daher Kandidaten für Anwendungen im Umfeld von Pappe oder flexiblen Substraten auf Folienbasis. Eine weitere Gemeinsamkeit ist, dass es sich eher um einfache Displays handelt. Also solche mit eher moderater Komplexität, so dass ihre Anwendung im Printmedien-Umfeld aus heutiger Sicht auch ökonomisch einigermaßen kongruent mit kostengünstig herzustellenden Printmedien ist. Es fehlen in dieser Darstellung also bewusst anspruchsvollere Display-Anwendungen, wie sie von Mobiltelefonen, Digitalkameras, Computern, oder von TV-Geräten bekannt sind.

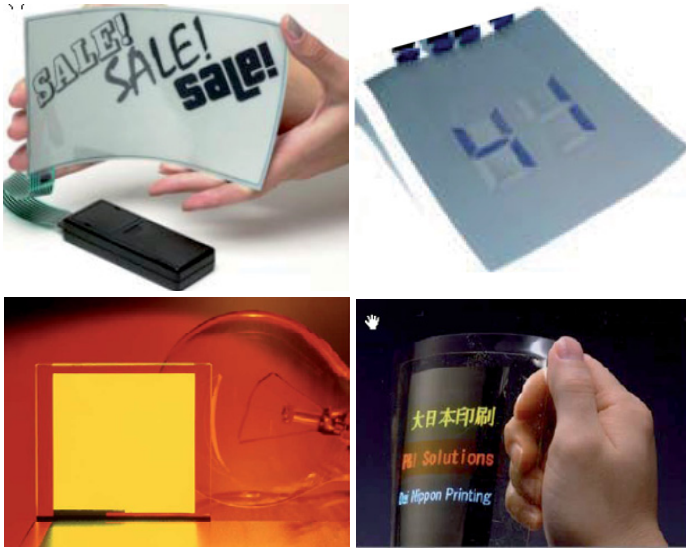


Abb. 1: Übersicht zu Displays; unterschiedliche z.T. flexible Anzeigeelemente mit einfacher Funktionalität, die auch in Printmedien integriert werden können (Quellen: E-Ink, Acreo, Merck, CDT/Dai Nippon Printing).

Die erste Teilabbildung (links oben) zeigt einen bereits um das Jahr 2002 verfügbaren Demonstrator der Firma E-Ink. Die Anzeige arbeitet reflektiv; verwendet also hell-dunkel Kontraste zur Darstellung der Inhalte. Dabei ähnelt sie in gewissem Sinn bedrucktem Papier und trägt daher oft auch die Bezeichnung E-Paper. Sonst hat diese Art von Anzeige mit Papier kaum etwas gemein. Die Merkmale sind dagegen wie folgt: die Inhalte des gezeigten Elements sind nicht im dem Sinn variabel, dass die Inhalte (Texte, Bilder) geändert werden könnten. Im gezeigten Beispiel geht es primär darum, dass der gezeigte Text periodisch an- oder ausgeschaltet werden kann. Dadurch wird beim Betrachter Aufmerksamkeit erzeugt, was zum Beispiel für Werbetreibende interessant sein kann. Eine Anwendung dieser Displaytechnik ist im US-amerikanischen Magazin „Esquire“ im Oktoberheft 2008 auf der Titelseite zu sehen gewesen, also im Printmedienbereich (siehe Abbildung). Die Anwendung erfordert neben dem eigentlichen Display natürlich eine Energieversorgung und Ansteuerelektronik, die im genannten Beispiel des Magazins in das Cover integriert wurde. Die verwendeten Knopfzellen und elektronischen Treiber machten ein entsprechend „dickes“ Cover aus mehreren Lagen (Papier, Elektronik, Papier) nötig. Die Funktionalität des animierten Covers war ca. ein halbes Jahr bis zur Erschöpfung der Batterien verfügbar.

Abb. 2: Esquire Magazin mit E-Ink Display im Cover (Heft vom Oktober 2008)

Das Beispiel zeigt gewisse Möglichkeiten von neuen kostengünstigen elektronischen Elementen im Printmedienumfeld auf und weist damit auf neue Chancen für Print hin.

Anders stellt sich die Situation für viele Printmedien-Schaffende bei elektronischen Büchern dar. Hier denkt man vielfach zunächst nur an die Bedrohung der Printmedien durch elektronische Medien; etwa in Form des von Amazon zunächst in den USA eingeführten „Kindle“ (Abbildung „E-Book“). Ähnlich hat Thalia unlängst das Pendant von Sony in Deutschland eingeführt.

Abb. 4: E-Book Amazon Kindle (oben) und Display von Plastic Logic im Größenvergleich mit dem Kindle (unten)

Noch weiter im Hinblick auf Ähnlichkeit von elektronischen Medien in der Nutzung wie Printmedien gehen die Vorstellungen und Entwicklungen von Plastic Logic. Deren knapp DIN A4-großes Anzeigeelement ist nicht nur größer und flacher als die bisher bekannten E-Reader, sondern hat auch einen berührungsempfindlichen Bildschirm. Noch ist das Element kein kommerzielles Produkt, aber eine Markteinführung soll bald erfolgen.
Neben der Technologie von E-Ink gibt es weitere einfache Anzeigetechnologien, aus denen sich Chancen für Druckprodukte ableiten lassen. Technologien, die direkt Papier als Träger der Anzeige nutzen, sind nicht so weit verbreitet. Das Beispiel einer Anzeige, die bei Acreo als Labormuster entwickelt wurde, ist im Übersichtsbild zu den unterschiedlichen Displays (Abb. 1 oben rechts) zu sehen. Dabei handelt es sich um eine Technik, die sicher nicht an die Kontraste eines E-Ink Displays heranreicht, aber für viele Anwendungen, wo es darauf nicht so sehr ankommt, zeigt das Beispiel eine Möglichkeit auf, wie einfache Digital-Anzeigen direkt auf Papier realisiert werden könnten.

Beispiele für Licht-erzeugende Anzeigen, die einen einfachen Aufbau haben, sind in Abb. 1 in der unteren Reihe zu sehen. Die Basis für die gezeigten Beispiele sind dabei organische Verbindungen, die es erlauben, Licht zu erzeugen. Dabei handelt es sich um OLED-Materialien (OLED=Organic Light Emitting Display). Das Gebiet wird weltweit intensiv bearbeitet und erforscht. Anwendungen in technischen Geräten wie MP3-Player, Mobiltelefone, Kameradisplays, Fernseher etc., existieren ebenfalls schon vereinzelt. Bestimmte Materialklassen der OLEDs (insbesondere Polymere) sind gut als Flüssigkeiten prozessierbar und erlauben dadurch, für bestimmte Prozess-Schritte bei der Herstellung mit Drucktechnologien zu arbeiten. Sowohl auf der OLED-Materialseite als auch an den Herstellverfahren wird intensiv entwickelt und geforscht (vgl. Beitrag von M. Cordes, Innovation Lab GmbH). Auf Laborebene wird dabei häufig mit Spincoating oder Inkjet gearbeitet, was sich unter anderem dadurch erklärt, dass für Testzwecke bei neu entwickelten Materialien häufig nur geringe Mengen der OLED-Flüssigkeiten zur Verfügung stehen. Diese werden in der Regel mit leicht flüchtigen Lösemitteln formuliert und die Flüssigkeiten müssen in der Regel niedrigviskos sein, um dünne gleichmäßige Schichten herstellen zu können. Grundsätzlich könnten aus OLEDs auch Elemente für Druckprodukte etwa für Smart Cards etc. realisiert werden. Wahrscheinlicher sind bei OLEDs allerdings Anwendungen außerhalb der Printmedien. Das können Beleuchtungselemente sein oder aber Aktiv-Matrix Displays, die höheren Ansprüchen an Funktionalität wie Lebensdauer, Qualität genügen müssen und grundsätzlich weniger kostensensitiv im Vergleich zu etwaigen Anwendungen in Druckprodukten sind.

Erste „echte“ Anwendungen der gedruckten Elektronik für Printprodukte

Die Zahl der bisherigen kommerziellen Anwendungen gedruckter Elektronik im Printmedienbereich ist zahlenmäßig noch immer eher gering, was zum Teil daran liegt, dass es sich bei der organischen oder gedruckten Elektronik um eine noch junge Technologie handelt. Dennoch gibt es erste Beispiele. Alle sind gekennzeichnet von technisch eher moderater Komplexität, was die elektrischen Funktionalitäten betrifft. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass zunächst Anwendungen umgesetzt werden, die die elektrische Leitfähigkeit betreffen. Man kann so gesehen von „Sonderfarben“ sprechen, mit elektrischer Leitfähigkeit, die aus grafischer Sicht neue Zusatzfunktionen jenseits der Farbigkeit und des Lacks betreffen.
Printed Systems, eine Ausgründung aus der TU Chemnitz, ist als ein Vorreiter in der prototypi-

schen Umsetzung neuer Applikationen zu nennen. Als Beispiel seien papierbasierte Tastaturen genannt, die z.B. als Werbebeilage in Drucksachen (Zeitung etc.) dienen können. Dabei wird auf der Innenseite einer dreilagen Tastatur ein elektrisch leitfähiges Polymer verdruckt und zwar auf jeder Innenseite der Deckblätter. Angelegt ist das funktionale Druckbild als Linienstruktur. Die beiden Linienstrukturen der Innenseiten sind zueinander gekreuzt angeordnet, so dass sich bei Berührung eine elektrische Verbindung an den Kreuzungspunkten ergeben kann. Zusätzlich wird dazu eine Trennebene aus Papier in Form eines Stanzmusters eingelegt, die ungewollte Kurzschlüsse verhindert. An den offenen Stanzstellen kann es zum Schließen des Stromkreises kommen aber nur dann, wenn die zusammengefaltete Dreilagentastatur an den sensiblen (ausgestanzten) Stellen wirklich durch Druck mit dem Finger „ausgelöst" wird. In Verbindung mit einem Computer, an den die Tatstatur angeschlossen wird (USB-Schnittstelle), kann somit eine Papier-basierte (Einmal-) Tastatur realisiert werden.

Menippos GmbH, ein junges Unternehmen aus Sachsen, hat Ende 2008 ein Produkt auf der Basis elektrischer verborgener Codes auf den Markt gebracht. Der Bezug zum Printmedium ist eine maschinenlesbare Karte aus Papier, die – verallgemeinert gesprochen – Printmedien mit elektronischen Medien speziell dem Internet verbindet (Abb. 6). Eingebettet wird die Technik in eine Gesamtspielidee, die sicher entscheidend ist, um Erfolg zu haben. Es ist also vor dem Hintergrund des technisch Machbaren auch die Frage nach dem Sinnvollen eines Produktes entscheidend. Bei der Spielidee von „My Super Pets", so heißt das Produkt von Menippos, geht es um das Heranführen von Kindern zwischen ca. 4 und 8 Jahren an das Internet. Die Kind gerechte und sichere Nutzung desselben für Spiele am Computer, auch zwischen den Kinderzimmern in der nachbarschaftlichen Umgebung befreundeter Kinder über das Internet, sind erklärte Ziele des Spiels. Die Karten – das Printmedium – sind Aktions- und Identifikationskarten in der Onlinewelt eines oder mehrerer spielender Kinder.

Verpackungsanwendungen mit integrierten elektronischen Funktionen

Der Verpackungsdruck scheint ein besonders geeignetes Segment im Printbereich für neue elektronische Applikationen zu sein. Die Ideen reichen von elektronischen Barcodes (siehe unten), über Frischeanzeigen, Sicherungsmerkmale (Markenschutz, Kindersicherungen) bis hin zur Unterstützung von Patienten für die richtige Medikation bei Pharmaprodukten. Dabei sind auch solche „smarten" Verpackungen in der Diskussion, die eine „geregelte" Medikation betreffen. Ein Beispiel sind Verpackungen, die über elektronische Schnittstellen etwa zum Mobiltelefon verfügen und die den Patienten darauf hinweisen könnten, wann die nächste Tablette einzunehmen ist.

Noch komplexere Anwendungen, die das aktuelle Befinden des Patienten für eine optimierte Medikation mitberücksichtigen, werden ebenfalls diskutiert.

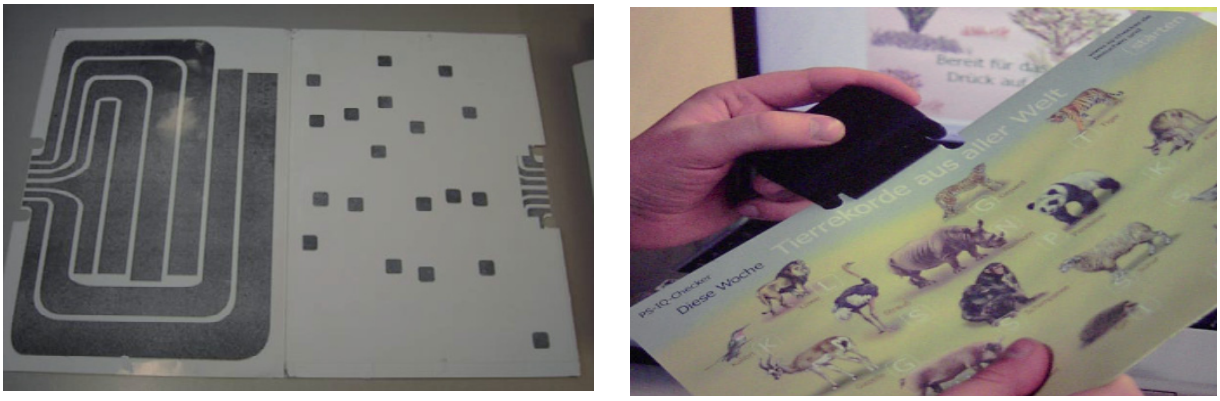


Abb. 5: Papiertastatur hergestellt mit elektrisch leitfähiger und verdruckbarem Polymer links: aufgeklappte Tastatur zeigt links Bahnen des gedruckten Leiters und rechts Trennblatt mit Stanzlöchern. Die zweite Leiterbahnstruktur (gekreuzt zur ersten) liegt unter dem Trennblatt. Nach Zusammenfalten ergibt sich an den Stanzstellen eine „sensible" Taste, die auf der Vorderseite grafisch kenntlich gemacht ist (als Buchstabenfeld neben den Tiersymbolen); Quelle: Printed Systems GmbH

**Abb. 6: Interaktives Spiel „My Super Pets“;
Links: 2 Aktionskarten aus Papier mit verborgenen elektrischen Codes im Inneren
Mitte: Spielkarten mit elektrischen Codes werden in ein Lesegerät geschoben und werden vom Computer gelesen. Rechts: Spielen in der Onlinewelt in Verbindung mit den Spielkarten, die bestimmte Aktionen im Spielprogramm auslösen; Quelle: Menippos GmbH**

Eine weitere denkbare Stoßrichtung sind Funktionalitäten in Richtung Öffnen und (Wieder-) Verschließen von Verpackungen. Dabei kann es entweder um Fragen der einfacheren Handhabung gehen (Convenience) oder in Richtung einer sicheren Handhabung (Kindersicherung). Abbildung 7 zeigt ein Konzept, bei dem sich die Verpackung erst in Verbindung mit einem elektrischen Strom leicht öffnen lässt. Das Funktionsprinzip ist ein Klebstoff, der seine Klebkraft durch eine elektrochemische Reaktion verliert. Im gezeigten Beispiel öffnet sich die Verpackung auf Knopfdruck.

Praxistauglichere Konzepte des gleichen Prinzips können zum Beispiel bei Blisterverpackungen umgesetzt werden. Dabei wird die zu öffnende Verpackung an der entsprechenden Klebestelle durch ein Gerät gezogen, dabei wird die Klebung (elektrisch) gelöst und das Öffnen erleichtert (Abb. 8).

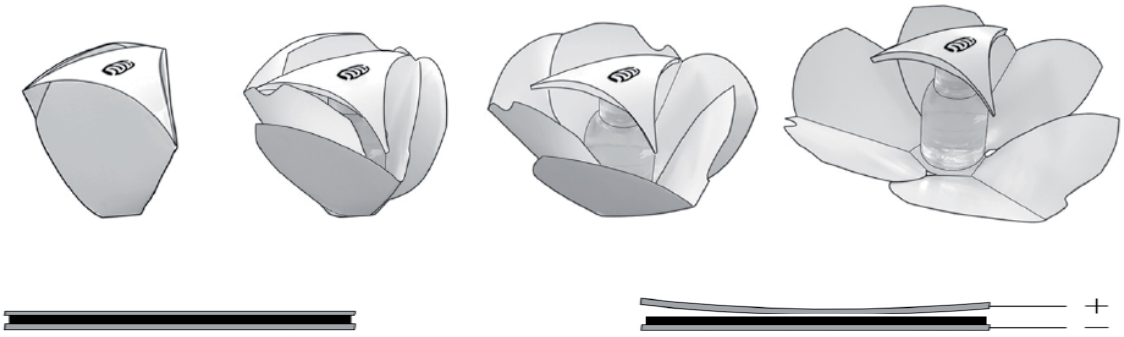


Abb. 7: Konzeptstudie zum Öffnen einer Verpackung (oben) auf Knopfdruck auf Basis eines Spezialklebstoffes, der durch eine elektrochemische Reaktion (unten) seine Klebkraft verliert; Quelle: Stora Enso

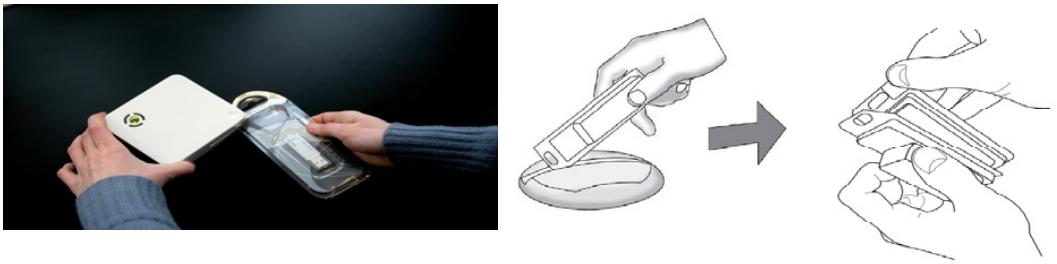


Abb. 8: Blisterverpackung wird an einer Ecke (links) mit einer Klebung aus CDM-Material (Controlled Delamination Material) versehen. Die an der Ecke verklebte Verpackung wird zum Öffnen an der betreffenden Ecke durch ein Gerät gezogen. Ein elektrischer Strom (vom Gerät gespeist) fließt durch den Klebstoff. Dadurch wird die Klebkraft aufgehoben und die Blisterverpackung kann leicht geöffnet werden (rechts); Quelle: Stora Enso CDM-Projekt

Auto-Identifikation (RFID)

Eng verbunden mit den Konzepten smarter (intelligenter) Verpackungen sind auch Anwendungen der Radiofrequenzidentifikation, wenn es um das elektronische Etikett auf Einzelverpackungen (Item-Level) geht. Noch hat RFID auf der „Item-Level"-Ebene keine größere Verbreitung gefunden. Das liegt unter anderem an den noch zu hohen Kosten von Funketiketten. Eine weitere Hürde ist die Technik selbst, die zum Beispiel mit dem zuverlässigen Auslesen der Funketiketten auf größere Distanzen zu tun hat. Ebenfalls hinderlich sind Einflüsse der Umgebung, die zum Teil das Auslesen beinträchtigen. Je nach Frequenz der Systeme können metallische Umgebungen oder Flüssigkeiten (Wasser) ein sicheres Auslesen negativ beeinflussen oder gar verhindern.

Die Bedeutung von RFID im Printmedienumfeld auf der Basis der heutigen Technologie ist für Einzelfälle und spezialisierte Anwendungen denkbar. Eine entscheidende Rolle dürfte dabei aber die Auswahl der richtigen Anwendung sein. Was heute kaum im Vordergrund bei neuen RFID-Applikationen steht, sind solche Anwendungen, die insbesondere für den Endverbraucher einen nachvollziehbaren Nutzen bringen. Man denke an Allergiker oder an Interessensgruppen - auch soziale Communities - für die zusätzliche, ggf. sogar personalisierte Informationen von Vorteil sein könnten. Die Anwendung von RFID-Technologie in Verbindung mit Mobiltelefonen mit eingebautem Lesegerät (zum Beispiel NFC-Handys; NFC=Near Field Communication). NFC ist eine Variante von RFID und stellt eine beachtenswerte Perspektive dar. Erste Mobiltelefone mit solchen NFC-Schnittstellen sind bereits auf dem Markt, haben jedoch noch keine größere Verbreitung gefunden.

Beispielhaft sind weiterhin Identifikationsaspekte in Verbindung mit Printprodukten zu nennen, wie sie bei „wertigen" Produkten, wie etwa Tickets oder Smart Cards gegeben sein können. Solche Anwendungen gibt es bekanntermaßen bereits, etwa bei ID-Karten oder Pässen. Pure Logistikanwendungen auf der Ebene von Einzelverpackungen, die einzig darauf abzielen, den Barcode durch ein elektronisches Pendant zu ersetzen, dürften es auch in näherer Zukunft schwer haben, sich durchzusetzen. Hier steht auch zu wenig das Interesse der Verbraucher im Vordergrund, was die hohen Preise der Funketiketten rechtfertigen würde.

Barcodes und Schnittstellen zu mobilen Endgeräten

Barcodes sind bereits selbstverständlich und auch auf vielen Druckprodukten, wie etwa auf Lebensmittelverpackungen, seit langem etabliert. Der Verbraucher weiß auch deren Vorteile für die meisten Bezahlvorgänge in Verbindung mit Scanner-Kassen zu schätzen.

Darüber hinaus kann aus einem solchen maschinenlesbaren Code noch viel mehr gemacht werden. Man denke an die heute gute Verfügbarkeit von in Mobiltelefonen integrierten Kameras, die auch dem Endverbraucher ein Lesegerät in die Hand geben, das neue Möglichkeiten schafft.
Beispiele sind Anwendungen im Bereich der Produktverfolgbarkeit bzw. der Nachweis der Herkunft von Gütern über die Codes in Verbindung mit Datenbankservices von Herstellern oder Händlern.

Inhaltsstoffe, die Allergiker interessieren, könnten gezielt abgefragt werden und noch bequemer mit persönlichen Profilen verglichen werden, die im Mobiltelefon hinterlegt sein können.

Weitere Beispiele sind Anwendungen wie Upcode oder QR-Codes (QR=Quick Response) die weniger stark den Verpackungsdruck betreffen, sondern eher den Bereich Werbung und Marketing. Durch die Verwendung der 2D-Codes auf Druckprodukten wird u.a. der mobile Zugriff auf Internetseiten vereinfacht. Wertsteigernd für Print sind Services, die tagesaktuelle Informationen auf das mobile Telefon senden, die Printmedien nur eingeschränkt bereitstellen können (Beispiele: Wetterberichte und aktuelle Veranstaltungshinweise in Reiseführern).

Bei Anwendungen im Umfeld der Produktpiraterie und des Markenschutzes zeichnet sich ebenfalls ein Trend zu Nutzung von mobilen Endgeräten ab. Dabei können codierte Informationen auf der Basis von 2D-Barcodes ebenso eine Rolle spielen wie RFID-basierte Elemente.

Entwicklung neuer Anwendungen im Forschungsprojekt zwischen der TU Darmstadt (IDD) und der Heidelberger Druckmaschinen AG

Die Heidelberg Druckmaschinen AG arbeitet seit 2007 zusammen mit dem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) an der Technischen

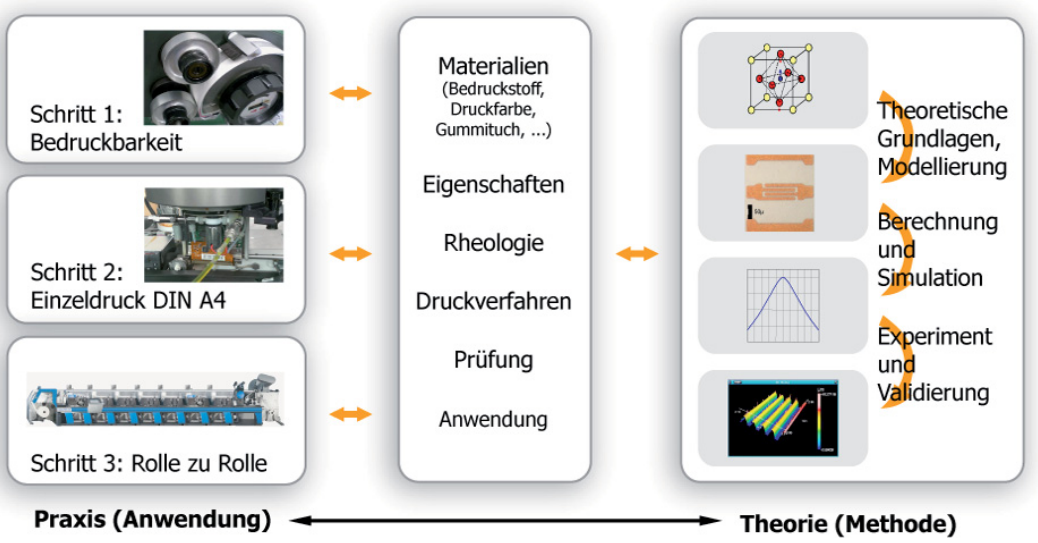


Abb. 9: Mehrstufiges Konzept für die Entwicklung neuer Druckapplikationen (Quelle: IDD, Prof. Dörsam)

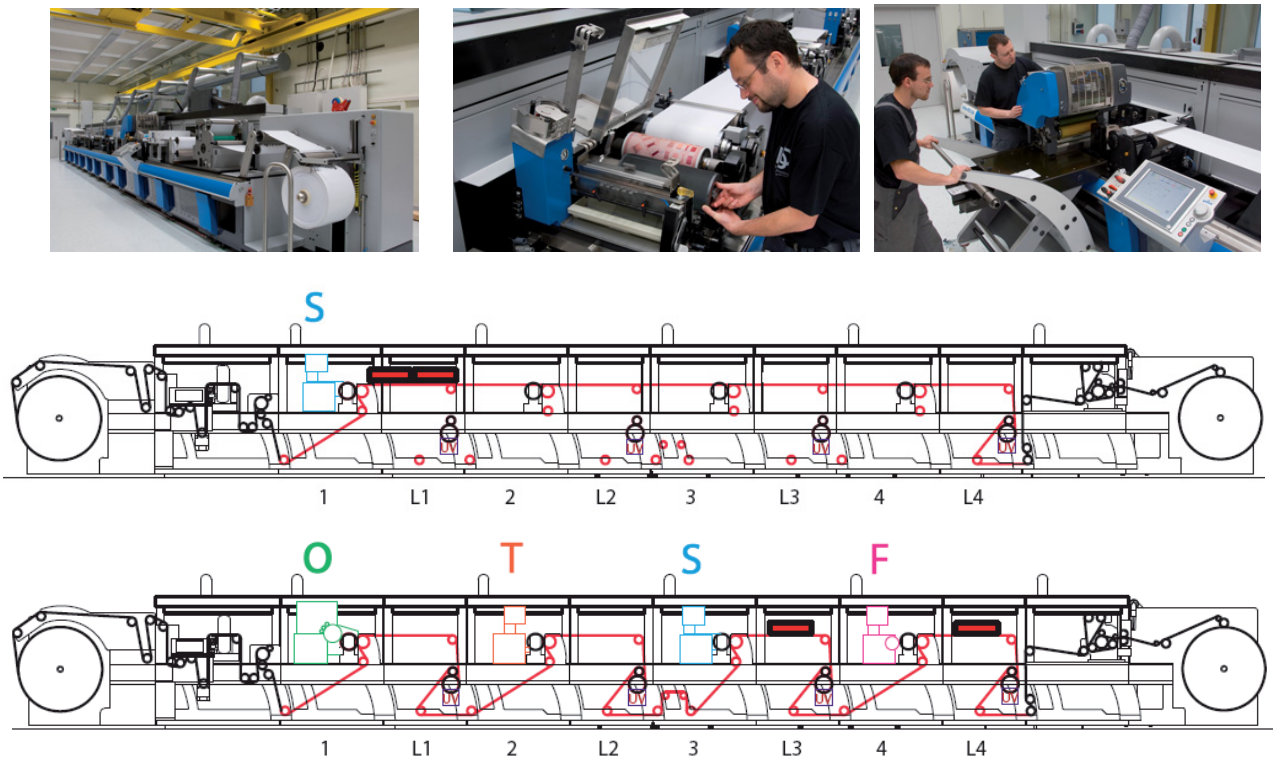


Abb. 10: Entwicklungsplattform auf Basis einer Rollendruckmaschine mit unterschiedlichen Druckverfahren; einfacher Verfahrenswechsel durch Modulkonzept der Druckwerke möglich. Unterer schematischer Bildteil zeigt zwei Beispielkonfigurationen:

1. Beispiel: Siebdruck im ersten Werk, lange Verlaufsstrecke, UV-Härtung nach dem vierten Werk (L4)

2. Beispiel: Offset, Tiefdruck, Siebdruck, Flexodruck, Zwischendeck mit Heißluft- IR Trockner nach den Werken 3 und 4, UV-Härtung nach jedem Druckwerk (Position L1 bis L4) möglich

Universität Darmstadt in einem gemeinsamen Entwicklungsprojekt zum Thema „Funktionales Drucken“. Inhalt der Zusammenarbeit ist die Entwicklung neuer Anwendungen primär für Printmedien. Der Terminus „funktional“ meint generell Merkmale, die das Printmedium aufwerten, also auch neue, dekorative und visuelle Merkmale.
Stellvertretend für die Art und die Komplexität der dabei entwickelten Applikationen zeigt die folgende Abbildung einen Demonstrator, der neu entwickelt wurde. Das Element besteht aus einem elektrischen Leiter und einer Thermochromfarbe. Dabei handelt es sich um zwei bekannte Vertreter aus der Welt der Elektronik/Elektrik auf der einen Seite und um einen Vertreter für Sonderanwendungen aus der grafischen Welt (Thermochromfarbe) auf der anderen. Bringt man beide Elemente zusammen, ergeben sich neue Möglichkeiten der Anwendung, wie das Beispiel zeigen soll. Mit diesem Element wird eine einfache Anzeige realisiert, die grundsätzlich im Umfeld von Printmedien eingesetzt werden könnte.

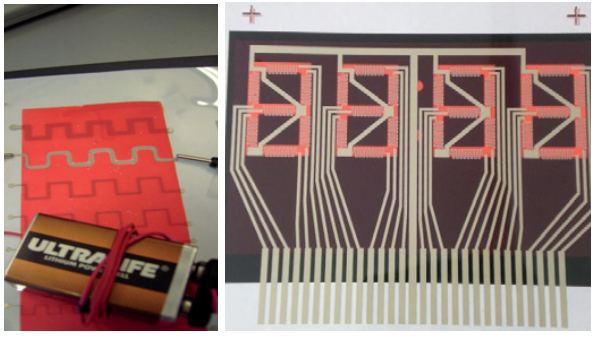


Abb. 11: Anzeige (Demonstrator) auf Basis von gedruckter Thermochromfarbe und gedruckten elektrischen Widerständen

Das gewählte Entwicklungskonzept der Zusammenarbeit erlaubt es, sich einer neuen Applikationsidee in mehreren Stufen zu nähern. In Stufe 1 wird untersucht, ob die identifizierten Funktionsmaterialien, die für eine neue Applikation ausgewählt wurden, verdruckbar sind. In der nächsten Stufe wird im DIN A4 Format getestet und schließlich auf einer industriellen Maschine unter produktionsnahen Verhältnissen (Rollenmaschine 330 mm breit) gearbeitet.

Die Rollenplattfom ist eine Maschine auf Basis einer RCS 330 der Firma Gallus (Partner der Heidelberger Druckmaschinen AG). Die Druckmaschine ist für Entwicklungszwecke zugeschnitten und entsprechend konfiguriert. Sie verfügt über vier Druckstationen und vier formgebundene (konventionelle) Druckverfahren. Die Druckwerke der einzelnen Verfahren sind separate Module, die in jeder Position der Druckstationen betrieben werden können. Die Verfahrensreihenfolge ist also frei konfigurierbar und ist damit bei neuen Anwendungen einer Vielzahl von Erfordernissen anpassbar. Zwischen den Druckstationen ist Platz für weiteres Equipment, wie Trockner oder Messtechnik. Von der Verfahrensseite stehen Flexo-, Sieb-, Offset-, Tief- und Inkjetdruck zur Verfügung.

Anwendungen außerhalb der Printmedien-Landschaft

Die bisher diskutierten Applikationen wurden so gewählt, dass sie einen Bezug zu Printmedien haben. Darüber hinaus sind weitere Anwendungen außerhalb des Printmedienbereichs möglich. Das betrifft insbesondere das aufstrebende Gebiet der organischen Elektronik. Hier sind die Felder für Anwendungen noch deutlich breiter und vielfältiger. Beispiele sind organische Fotovoltaik, OLED-Systeme für Displays allgemein und für Beleuchtungszwecke, Sensorik-Anwendungen und solche, die elektrische/elektronische Schaltungen etwa mit Transistoren betreffen.

Diese Themen werden von der Heidelberger Druckmaschinen AG in einem Forschungsverbund bearbeitet, der vom BMBF öffentlich gefördert wird. Die Rolle der Heidelberger Druckmaschinen AG in Kooperation mit dem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren (IDD) der Technischen Universität Darmstadt ist dabei anwendungsübergreifend als Querschnittsaufgabe definiert und beinhaltet u.a. die Entwicklung von (Druck-)Verfahren für dünne Schichten.
Damit wird das „Funktionale Drucken“ noch breiter entwickelt und kann so später auch neue Anwendungsfelder außerhalb der Printmedienwelt erschließen.

Diese Aktivität, die auf neue Verfahren zu Herstellung von organischer Elektronik zielt, ist dabei ein wichtiges Teilprojekt innerhalb des „Forum Organic Electronics“. Der Beitrag von Michael Cordes (Innovation Lab GmbH) in diesem Forschungsjahrbuch stellt dieses Forum im Überblick dar.

Bericht von der VDD-Jahrestagung 2008

„Differenzierung durch Druckverfahrenstechnik“

in der Hochschule der Medien in Stuttgart, 26. Sept. 2008

Hoffnungsträger Verpackungsdruck – weniger konjunkturunabhängig !

Es ist allgemein bekannt, dass der Zeitschriften- und Zeitungsdruck wegen der starken Abhängigkeit von Anzeigen- und Werbeeinnahmen bei Konjunktureinbrüchen besonders hart beeinträchtigt wird. In der Folge kann man beobachten, dass dafür vorgesehene Maschinenbestellungen schon relativ früh nicht mehr getätigt oder gar bereits georderte Maschinen storniert werden.

Die diesjährige Drupa-Messe in Düsseldorf hat deshalb die Verpackungsdruckmaschinen in den Mittelpunkt gestellt. Es verbindet sich damit die Hoffnung, dass deren Maschinenabsatz weniger den Konjunkturschwankungen unterworfen ist. Es war deshalb eine gute Wahl, dass der VDD-Vorstand quasi in einer Vorahnung den Verpackungsdruck auf die Agenda seiner diesjährigen Tagung in der Hochschule der Medien in Stuttgart gesetzt hat. Er reagierte damit hoch-aktuell auf die jüngsten Entwicklungen.

Auch der Rektor der HdM, Prof. Dr. Alexander Roos, stellte in seiner Begrüßungsansprache heraus, dass der Verpackungsdruck ein wichtiges Thema für die HdM ist. Bei einem vorausgegangenen Rundgang am Vortag (siehe separater Bericht) konnten sich viele Tagungsteilnehmer davon überzeugen. In der Forschung konzentriere man sich auf die Angewandte Forschung, z. Bsp. mit der gedruckten Elektronik. Dies stellt nach Meinung des Berichterstatters ebenfalls eine Flucht nach vorn dar, falls die schon lange kursierenden Prognosen eintreffen sollten, wonach die nachwachsenden Generationen sich voll und ganz der Informationsgewinnung und Unterhaltung über das Internet zuwenden werden.

Vorerst verteilt sich der Werbemarkt als Indikativ noch zu 46,2% auf Zeitschriften und Zeitungen und nur zu 5,6% auf das Internet, doch zeigt sich bei der Mediennutzung der 11- bis 39-jährigen ein gegenteiliges Bild, indem 41% das Internet und nur noch 11,3% Zeitschriften und Zeitungen dafür wählen. Es ist bei dieser Tendenz abzusehen, dass die Werbung zwangsläufig dem Nutzerverhalten folgen wird.

Die Begrüßung von VDD-Seite übernahm der stellvertretende Vorsitzende, Dipl.-Ing. Karlheinz Mohn, nachdem der bis dahin amtierende Vorsitzende, Dr. Felix Berg, bei der Mitgliederversammlung am Vortag (siehe separater Bericht) sich nicht mehr zur Wahl gestellt hatte. Die Moderation der Tagung übernahm in bewährter Weise der zweite stellvertretende Vorsitzende, Dr. Karl Schaschek

Prof. Dr. Christoph Häberle
Hochschule der Medien, Stuttgart,

Aktuelle und zukünftige Entwicklungen im Verpackungsdruck

Prof. Dr. Christoph Häberle hatte es zur Einführung übernommen, unter dem o. g. Titel die sozio-kulturellen Aspekte in diesem Zusammenhang zu beleuchten. Ihm kam dabei zustatten, dass er vom Design, also von der gestalterischen Seite her zur technologischen Seite des Verpackungsdrucks kam. Jedes Jahr gelangen Tausende von neuen Markenprodukten in den Handel. Da gilt es, die Produkte unterscheidbar zu machen und gegenseitig hervor zu heben.

Man bedient sich dabei kognitiver, psychologischer und physiologischer Wahrnehmungsprozesse. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Wahrnehmung ein subjektiver Prozess ist. Die vermittelten Werte können sachlicher, emotionaler, kultureller oder ethischer Art sein. Auch ist die Wahrnehmung erfahrungsabhängig. So spielt der Zeitgeist mit, wenn wir die 1970er Jahre als die Zeit der Sättigung, die 1980er Jahre als die Zeit der Schwarzweiß-Malerei, die 1990er Jahre als die Zeit des Globalisierungswahns betrachten. Oder wenn wir ein Aufsteigen vom Mengenmarkt zum Qualitätsmarkt, zum Faszinationsmarkt und zum Sensualmarkt empfinden. Es gibt dabei eigenartige Paradigmenwechsel, wenn man zum Beispiel feststellt, dass 50% der Besserverdienenden heute bei Aldi einkaufen und der die Präferenz vom Luxus zur Individualität übergeht (Anm.: Es hat sich das Wissengebiet der Megatrendforschung eingebürgert, wie das Trendbüro von Matthias Horx in Hamburg).

In das eigentliche Thema seines Vortrages einsteigend, erwähnte er als aktuelle Entwicklungen im Verpackungsdruck als Erstes die Orientierung. Die globale Vernetzung verdeutliche die Abhängigkeit der Systeme und die Unerfassbarkeit der Informations- und Warenflut (50 000 neue Markenartikel jedes Jahr), was dringend der Orientierung bedarf. Als zweites Thema in diesem Zusammenhang nannte er die Nachhaltigkeit, die ein verantwortungsbewusstes Handeln erforderlich mache. Im technischen Sinne heiße dies, für eine geringe Umweltbelastung Sorge zu tragen. Eine längere Nutzungsdauer der Produkte sei dabei eine Alternative. Der Referent nannte dazu die Neo-Ökologie, wie sie im Buch von Dr. Eike Wenzel: „Wie der grüne Lifestyle die Märkte erobert“ beschrieben wird. Schlagworte wie LOHAS (Lifestyle of Health and Sustainability), d. h. die Ausrichtung der Lebensweise auf Gesundheit und Nachhaltigkeit und LOVOS (Lifestyle of Voluntary Simplicity), die Ausrichtung der Lebensweise auf freiwillige Einfachheit machen allenthalben die Runde.

Als drittes Thema nannte er schließlich noch die Individualität, die Suche nach dem Ich oder das Ich als soziale Reflektion. Anima und Persona als die beiden Gegenpole des Inneren und des Äußeren werden immer mehr, da sie zusammenhängen, durch die Begriffe Wille, Wünsche und Werte ersetzt. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem Identitäts-Management – das Ich als Markenmatrix. Der Konsum beeinflusst mein Inneres und erhält dadurch einer Identität stiftenden Funktion. Die Menschen kaufen immer mehr und verschulden sich dabei auch immer mehr. Der Kauf wird zu einem Kaufrausch.

Welche Bedeutung hat das für die aktuellen Produkte? Man kann dies in 3 Punkten fassen: - Orientierung durch Simplifizierung (die Welt ist kompliziert genug – klare Definition) - Konsum mit gutem Gewissen (moralische und ethische Legitimation des Konsums)

- Vermittlung identitätsstiftender Werte
- Für die aktuellen formgestalterischen Zeichen bedeutet dies:
- Farbe mit neuartigen Pigmenten, wie z.B. Weiß verdrängte Silber z. B.bei PKWs
- Effekte durch Metallictöne wie Bronze- und Kupferfarben
- Glanz von Super-Hochglanz bis Super-Matt, transparente Folien – der Mensch will transparent sein in seinem Handeln. Veredelte Naturstoffe. Home-kompostierbare Folien finden kaum Abnehmer. Es braucht neu entwickelte Deckfarben.
- Haptisch geformte Oberflächen
- Ornamente.

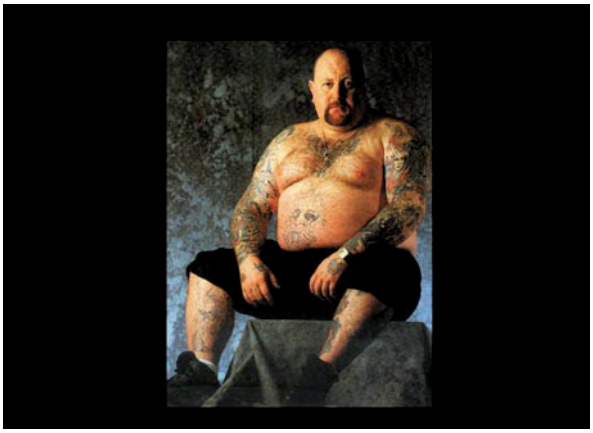
Hier beendete Prof. Häberle abrupt seinen weitgehend frei gehaltenen Vortrag. In der Diskussion wurde noch angeführt, dass sich auch bei Maschinen ein gutes Design besser verkaufen lässt. Eine positive Energie- und Ökobilanz werde intuitiv von den Konsumenten honoriert, auch wenn der Preis höher liege als das kostengünstigere Vergleichsprodukt.

vermittelte Werte

1. Sachlich funktionale Werte: z.B. frisch, saftig, süss
2. Emotionale Werte: z.B. prall, vollmundig, paradiesisch
3. Kulturell ästhetische Werte: z.B. südliche Sonne, Plantagen, mediterranes Flair, entspannte Atmosphäre
4. Ethisch ideelle Werte: z.B. Ursprünglichkeit, Natur, Echtheit

Neo-Ökologie

Wir erleben gerade den Beginn einer neuen Ära. Plötzlich finden Personen und Positionen zusammen, von denen man das bis vor einem halben Jahr nicht geglaubt hätte. Die Kanzlerin rügt (im Einklang mit Renate Künast) die ökologische Rückständigkeit der deutschen Automobilindustrie. Aldi hat sich zur Speerspitze der Biofood-Avantgarde aufgeschwungen. In den USA und in Frankreich ist Wahlkampf und überall ist die Neo-Ökologie das wahlentscheidende Thema. Märkte verändern ihr Gesicht: In den ersten neun Monaten dieses Jahres stieg die Zahl der Bio-Einkäufe bei den Discountern um 80 Prozent. Im Gesamtjahr 2005, so die GfK, war bereits eine Steigerung um 75 Prozent zu verzeichnen. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung, Fraunhofer und Roland Berger haben für das Bundesumweltministerium errechnet, dass die Umwelttechnik die Automobilindustrie in 15 Jahren überholt haben wird, was die Wirtschaftskraft angeht.
[Quelle: Dr. Eike Wenzel / „Wie der grüne Lifestyle die Märkte erobert"]



LOHAS

Lifestyle of Health and Sustainability, was etwa bedeutet: "Ausrichtung der Lebensweise auf Gesundheit und Nachhaltigkeit". Neue Werte, neues Bewusstsein, die Bedürfnisse der Menschen richten sich nach innen, eine Umkehr der Lebensweise nach Selbstkenntnis, nach Stressfreiheit und Entschleunigung, Gesundheit, Nachhaltigkeit und Beständigkeit. Dies alles mündet in eine Nachfrage von wirtschaftlich, gesundheitlich und ökonomisch sinnvollen Produkten und Dienstleistungen.
[2007, Quelle: lohas.de]

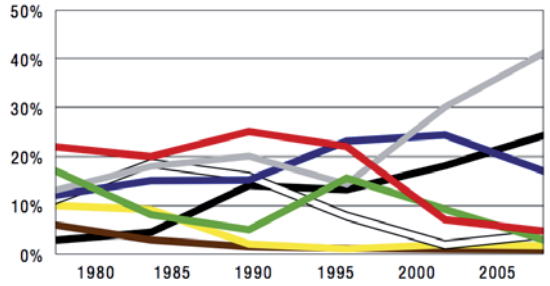
Bedeutung für aktuelle Produkte

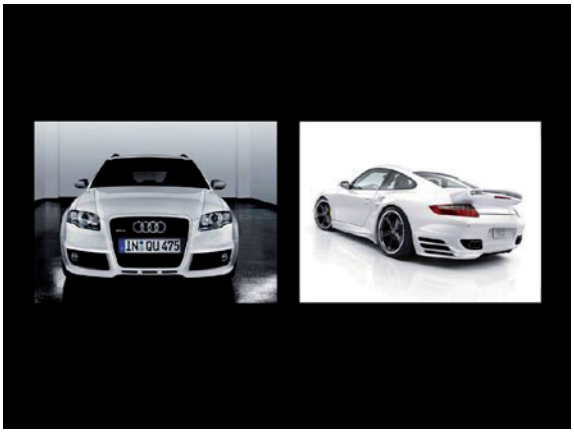
1. Orientierung durch Simplifizierung
   einfache Produkte - die Welt ist komplex genug
   klare Definition des Benefits

2. Konsum mit gutem Gewissen
   verantwortliches Handeln für Mensch und Umwelt
   moralisch und ethische Legitimierung des Konsums

3. Vermittlung identitätsstiftender Werte
   Produkte mit Persönlichkeit und Charakter
   Wert durch Selbstwert

Autofarbtöne in Deutschland





Dipl.-Ing. Kerstin Haase,

Produktmanagerin des Segmentes Faltschachteldruck bei der Heidelberger Druckmaschinen AG

Anforderungen der großen Verpackungsdruckereien

Den Verpackungsmarkt weltweit bezifferte Dipl.-Ing Haase auf 427 Mrd. Euro mit einem jährlichen Wachstum von 3,2%, während der Akzidenzdruck stagniere. Den größten Anteil mit 39% haben dabei die Faltschachteln, gefolgt von Plastik mit 35%, Weißblech mit 14% und Glas mit 6%.

Was zeichnet die Faltschachtelbranche aus? Es sind dies meist international tätige Firmen mit vielen Produktionsstätten, die einem hohen Kostendruck unterliegen, hohen Qualitätsansprüchen ausgesetzt sind, viele Spezial- und Sonderfarben einsetzten, von der augenblicklichen Mode und Trends abhängig sind, einer strengen Gesetzgebung unterliegen, einen hohen Investitionsbedarf haben und ein breites Produktspektrum bedienen müssen. Jede Faltschachtel muss an das Produkt angepasst werden.

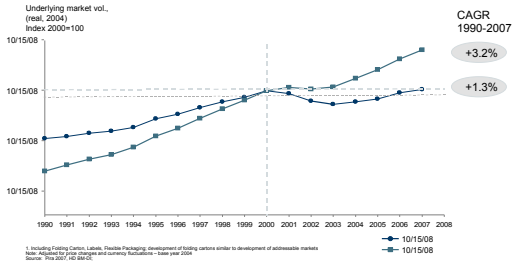
In der Kostenstruktur der deutschen Faltschachtelindustrie verteilen sich 48,1% der Kosten auf das Material, 28,9% auf das Personal, 10,4% auf die Sachkosten und 9,2% auf den Rest. In Europa gibt es rund 800 führende Faltschachtelhersteller, die meist mittelständisch geprägt sind, in Deutschland sind es 170. Es handelt sich hierbei um eine konsolidierte Industrie, um zum Teil börsennotierten Unternehmen mit der Bildung von Divisions, Account-Management sowie Allianzen und Netzwerken. In USA sind es rund 300 Unternehmen mit 470 Produktionsstätten. Die Top 5 erwirtschaften dabei ca. 54% des Gesamtumsatzes. Es sind dies meist integrierte Konzerne mit Papier- und Kartonherstellung neben dem Verpackungsdruck – diese betreiben auch Divisions in Europa.

Was zeichnet die Faltschachtelbranche aus? Es ist dies eine industrielle Produktion mit linienförmigen Produkten, einer anspruchsvollen Lager- und Transportlogistik, dem Trend zu kleineren Aufträgen, einer Zunahme der Prozessintegration, eines erweiterten Angebots an Produkten und Dienstleistungen, der Notwendigkeit Sicherheitsmerkmale gegen Produktpiraterie einzuführen und einem Trend zu Veredelungen. Letzteres betrifft insbesondere Faltschachteln für Premium-Produkte, während sich ein zweiter Markt für Discount-Produkte auftut, bei denen die Kostenführerschaft im Vordergrund steht. Die Differenzierung bei der Veredelung geschieht durch Farbeffekte (z.B. Iriodin – der Perlmut-Effekt), die Vielfalt der Materialien, Matt-Glanz-Effekte, Heiß- und Kaltfolien, sowie ungewöhnliche Farbtöne.

Für diese Veredelung braucht es von der Maschinenherstellerseite Sondermaschinen mit UV-Hybrid, Doppellack, Rückseitendruck und Duo-Konfigurationen, sowie Flexo vor Offset. Ein neuer Trend ergibt sich durch die Gesetzgebung durch das Aufdrucken von detailgenauen Schockbildern auf Zigarettenpackungen. Als Beispiel einer Maschinenkonfiguration zeigte Frau Haase das Bild einer Heidelberg-Speedmaster XL 105 – 10 + LYYL, d. h. mit 14 Druckwerken – 4 Werke mehr, als sonst üblich.

Die Rolle der Maschinenhersteller erstreckt sich dabei darauf, für eine hohe Produktivität und Effizienz, verringerte Einrichtzeiten, eine intelligente Steuerung und einen optimierten Materialfluss zu sorgen. Hohe Effektivität im organisatorischen Ablauf, Workflow-Management-Lösungen, Produktdaten im MIS, Vermeidung von manuellen Eingriffen und eine hohe Maschinenverfügbarkeit für den Dreischichtenbetrieb sind weitere Forderungen, die vom Maschinenhersteller erwartet werden. Dazu kommen noch eine allzeit erreichbare Serviceorganisation mit Vertretungen vor Ort, hochwertig getestete Maschinen und Komponenten und Schulung für das Personal. Die Maschinen verlangen einen hohen Investitionsbedarf, Dienstleistungen bei der Finanzierung und Beratung bei Geschäftsmodellen. Anforderungen, die heute an die Faltschachtelhersteller gestellt werden, sind eine strategische Geschäftsplanung, pan-europäische Spezifikationen bei den Vergabeverfahren, Kostentransparenz intern und extern, Potenzial für Prozessoptimierung und –Prozesseinsparung wegen der langen Vertragsdauer, Berücksichtigung von sinkenden Auflagenhöhen, kürzeste Lieferzeiten mit Just-in-Time-Lieferungen, Neuentwicklungen zur Differenzierung und international Partner und Netzwerke.

Verpackung Weltweit wächst mit 3,2% pro Jahr



© Heidelberger Druckmaschinen AG

Führende Europäische Faltschachtelhersteller

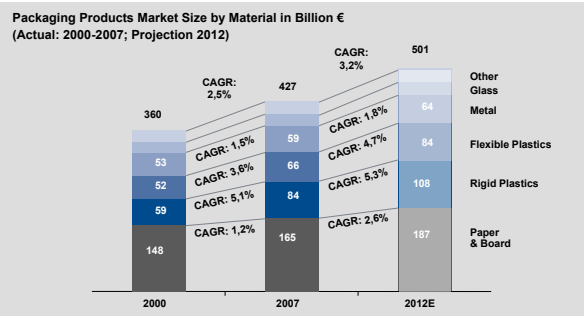
	Name
1	Mayr-Melnhof Packaging (A)
2	Chesapeake (USA)
3	Mead Westvaco (USA)
4	Nampak (ehemals MY Cartons) (SA)
5	Van Genechten Packaging (B)
6	A&R Carton (SE)
7	Autajon Group (F)

- Ca. 800 Unternehmen
- Konsolidierende Industrie
- Produktionsstätten in verschiedenen Länder
- Börsennotierte Unternehmen
- Bildung von Divisionen
- Key-Account Management
- Allianzen und Netzwerke

Quelle: Internet, Heidelberg Corperate Development, Unternehmenspräsentationen, Fachmagazine, Verschiedenes

© Heidelberger Druckmaschinen AG

Papier und Karton wächst mit 2,6% pro Jahr



* Adjusted for price changes and currency fluctuations – Base year 2004

Was zeichnet die Faltschachtelbranche aus?

- Industrielle Produktion
- Linienförmige Produktion
- Anspruchsvolle Lager- und Transportlogistik
- Trend zu kleineren Aufträgen
- Zunahme der Prozessintegration
- Einkaufsstellung des Handels nimmt zu
- Erweitertes Angebot an Produkten und Dienstleistungen
- Sicherheitsmerkmale gegen Produktpiraterie
- Trend zu mehr Veredelung

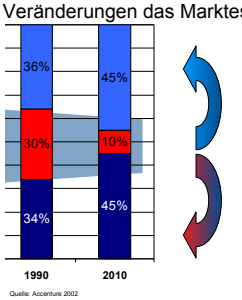
© Heidelberger Druckmaschinen AG

Was zeichnet die Faltschachtelbranche aus?

- International tätige Kunden / Produktionsstätten
- Hoher Kostendruck
- Hohe Qualitätsansprüche
- Viele Spezial-/Sonderfarben und Lackiereffekte
- Abhängigkeit von Mode und Trends
- Einfluss der Gesetzgebung (z.B. Braille, Schockbilder)
- Hoher Investitionsbedarf
- Breites Produktspektrum (Größe, Material, …)
- Spezialisierung

© Heidelberger Druckmaschinen AG

Veränderungen das Marktes



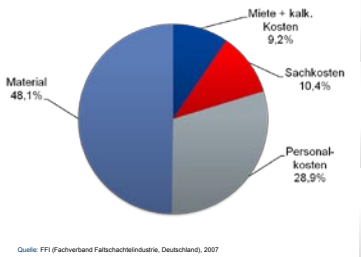
Quelle: Accenture 2002

Faltschachteln für Premium-Produkte
- Mehr Veredelung
- Verpackungsgestaltung muss zu Produkt-/ bzw. Markenimage passen
- Vielfalt an Bedruckstoffen

Faltschachteln für Discount-Produkte
- Kostenführerschaft
- Hoher Wettbewerb unter Discountern unterstützt Trend zu Differenzierung zu immer höherwertigen Veredelungen

© Heidelberger Druckmaschinen AG

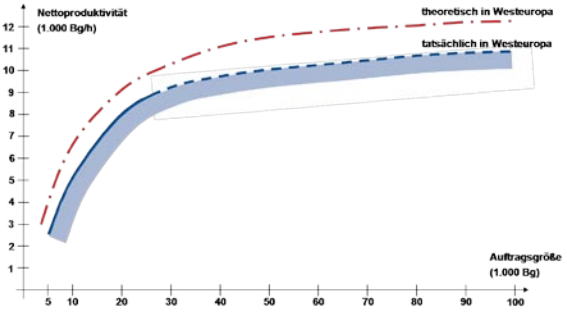
Kostenstruktur Deutsche Faltschachtelindustrie



Quelle: FFI (Fachverband Faltschachtelindustrie, Deutschland), 2007

© Heidelberger Druckmaschinen AG

Nettoproduktivität und Auftragsgröße



Kishore Sarkar,
GALLUS AG in St. Gallen, Schweiz

Flexibilität für den Point of Sales - Ist POS wirklich etwas Neues?

Das amerikanische Schlagwort „POS“ hat sich in den letzten Jahren nicht nur in der FMCG-Markt (**F**ast**M**oving **C**onsumer **G**oods), sondern auch in unseren täglichen Sprachgebrauch durchgesetzt. ImBereich Produktentwicklung (FMCG) und Produktvermarktung ist das Zauberwort „Point of Sales“ gerätmehr und mehr im Mittelpunkt. Eigentlich ist POS nichts Neues für die Produktdekorationsindustrie. Als der Supermarkt sich in der 60er bzw. 70er Jahre gegenüber den Tante-Emma-Läden durchsetzte, begann die Bedeutung von POS für FMCG eine wichtige Rolle zu spielen. Damals sprach man von Regalplätzen, *in Augenhöhe des Regals* oder *nicht in Augenhöhe des Regals* bzw. wichtigste Stellplätze im Supermarktbereich, wo die meisten Kunden vorbei gehen bzw. gehen müssen. Die Verkaufsrate eines Produkts war damals bestimmend um einen solchen Platz für sich beanspruchen zu können. Die Erzeuger (Brand Owner) mussten sich damals auch etwas einfallen lassen, um die hohen Verkaufsrate mit deren Produkte zu erzielen. Es hat sich eigentlich nicht viel in Bezug auf POS in dieser Industrie geändert. Geändert hat sich jedoch die Möglichkeiten von damals und heute. Die Möglichkeiten von Marktanalyse und Analyse von Verbraucherverhalten z.B. durch Neuromarketing (Hirnforschung). Die Möglichkeit zur Verwendung von unterschiedlichsten Verpackungsmaterialien vor allem Kunststoffen und deren Kombinationsvielfalt, die es damals noch nicht gab. Die Möglichkeit von verschiedenen Veredelungstechniken zur Produktdekoration und vor allem die Möglichkeit zum Kombinieren aller bzw. vielen Veredlungsverfahren.

Einfluss der Handelsmarken am POS

Der Einzellhandel ist weltweit schneller gewachsen und durch die Konsolidierung sind sie deutlich Umsatzstärker als der Brand Owner. Wenn ein Markenartikel im Einzellhandel gut verkauft wird, bringt der Einzellhandel eigene Handelsmarke als ein konkurrierendes Produkt in seinen Filialen. Der Handelsmarkenumsatz ist in den letzten Jahren stetig angestiegen, da sie preislich im Vergleich zu Markenartikeln deutlich günstiger sind. Diese „me too“ Produkte brauchen weder Produktentwicklung noch Werbekampagne, daher kann der Einzellhandel die Eigenmarke günstiger anbieten. Der Einzellhandel benutzt die Eigenmarke, um unter anderem die Brand Owner unter Druck zu setzen. Die Produktdekoration der Eigenmarke des Einzellhandels ist keines Wegs niedriger oder schlechter als die der Markenartikel, daher sehen die Handelsmarken sehr ähnlich wie die Brandprodukte aus. Sie versuchen damit ihre Eigenmarke im Markt zu puschen mit deutlich niedrigeren Preisen, manche Produkte sind teilweise bis zu 46% billiger als die Markenprodukte. Der Anteil der Handelsmarke liegt Weltweit bei 17% und es wird prognostiziert, dass die Handelsmarke jährlich Weltweit um 5% (basiert auf Verkaufswert) steigen wird.

Gleichartige Produkte werden sowohl von den Brand Ownern als auch von den Handelsketten angeboten d.h. gleiches Produkt wird mehrfach im Verkaufsregal stehen, aber der Konsum steigt nicht entsprechend. Diese Entwicklung hat großen Einfluss auf dem FMCG-Markt. Die Auflagengröße ist bereits in den letzten Jahren kleiner geworden und sie werden durch diese Entwicklung noch kleiner.

Verbraucher und POS

Nicht nur in den Industrieländern, sondern auch in den Schwellenländern ist eine ähnliche gesellschaftliche und demografische Entwicklung festzustellen. Einige Marktuntersuchungen liefernfolgende Erkenntnisse:

- Man hat wenig Zeit zum Kochen, daher werden mehr Fertig- und Halbfertiggerichte konsumiert.

Es wird mehr und mehr Convenience-Food gekauft.

- Durch die Verbesserung der Gesundheitsvorsorge und Lebensqualität steigt die Lebenserwartung d.h. der Anteil der +60 jährigen Menschen in der Gesellschaft steigen wird.

Diese Menschen werden mehr leisten können aber haben andere Bedürfnisse und Anforderungen an Produkte.

- Zunahme der Single-Haushalte (ältere und jüngere Menschen). Diese Bevölkerungsgruppe können mehr leisten.

- Es wird über 75% am POS entschieden.

- Wir alle sind Verbraucher, aber die Einkäufe werden mehrheitlich von den Frauen als Männer getätigt d.h. die Produktaufma chung wird emotionaler.

Flexibilität für den Point of Sales (POS)

Diese Entwicklung hat sehr großen Einfluss auf die Produktdekoration. Das Produktoutfit wird nochattraktiver und der Kampf am und um POS wird sich noch verschärfen. Trotz dieser demografischen Entwicklung wird der Verbraucher mit dem 5 Sinnesorgane (Sehen,Fühlen, Hören, Riechen und Schmecken) nach wie vor am POS das Produkt auswählen. Neben derSinneswahrnehmung wird die Handhabung der Verpackung mehr an Bedeutung gewinnen. Der BrandOwner und der Einzellhandel wird sehr geschickt diese Sinneswahrnehmung nutzen, damit das Produktvom Regal im Warenkorb landet und mit nach Hause genommen wird. Erfüllen die Handhabung und derInhalt des Produkts der Konsumentenerwartung, wird sich dieser Verbraucher am POS mehr auf das Brand fokussieren.

FMCG Markttrend

Dieser Markt ist wie die Produkte sehr flexible und veränderlich. Aus diesem Grund sollten alle Mitglieder der Wertschöpfungskette des FMCG Markts entsprechend flexible und anpassungsfähig sein. Der Trend in diesem Markt:

- Die Bedeutung am POS wird steigen, wie bereits erwähnt.
- Produktdekoration wird aufwendiger d.h. „must have look“
- Mehr Orientierung auf Verbraucher
- Die Zeitspanne von der „Idee bis zum Regal“ wird deutlich verkürzt
- Auflagengröße wird noch kleiner
- Der Preis-Leistungsdruck wird steigen und damit
  wird die Reduktion der Herstellkosten mehr an Bedeutung gewinnen.
- Flexibilität und Effizienzsteigerung sind Messgröße
  für die Drucker und Veredler von morgen
- Umgang mit Ressourcen wird eine wichtige Rolle
  spielen …“reduce, reuse and recycle“

Antwort auf den Markttrend / Veredelungstechnische Lösung

Mehr Flexibilität für POS heißt für die Produktdekoration aus unsere Sicht, nutzen der stärken von einzelnen Druck- und Veredelungsverfahren und all das im In-line-Verfahren. Es ist eine Herausforderung für die Maschinenbauindustrie. Vor wenigen Jahren waren die Verpackungsdruckmaschinen Mono-Verfahren d.h. mit einem Druckverfahren und ohne weitere Veredelungen, aber heute findet man mehr und mehr Multi-Verfahren Druckmaschinen im Verpackungsdruckmaschinenbau. Die Druckmaschinenhersteller haben den Markttrend erkannt und bieten Lösungen, in der Druck und eine oder andere Veredelungsschritte kombiniert werden kann, um die Rüstzeit, Makulatur und Lieferzeit zu reduzieren.

Die Etikettendruckmaschinen haben lange Tradition von der Rolle zum fertigen Produkt. In solcher Hybridmaschine von Gallus wird heute nicht nur ein Druckverfahren, sonder mehrere Druckverfahren (mindestens zwei Druckverfahren) und alle Veredelungsschritte integriert. Diese Etiketten Maschinen sind schmalbahnig d.h. max. 510mm Bahnbreite. Unser Ziel ist auch diese Technologie für den Verpackungsdruck einzusetzen. Aber die Schmalbahnmaschine ist teilweise nicht breit genug für den Verpackungsdruck. Aus diesem Grund haben wir auf der Drupa dieses Jahr eine mid web Lösung (Bahnbreite 670mm) für die Faltschachtelverpackung vorgestellt, Roll-in und Faltschachtel-out.

Wichtigste Vorteile dieses In-line Konzepts und damit die Antwort auf Marktanforderungen:

- Deutliche Reduzierung der Makulatur
- Keine Über- oder Unterproduktion
- Reduzierung der Rüstzeit
- Lieferflexibilität und geringe Lagerhaltung durch
  z.B. metallisierte Folie kann In-line Laminiert gedruckt und veredelt werden.
- Modulares Maschinekonzept und Verfahrenskombinierbarkeit bietet den Drucker POS Anforderungen zu erfüllen und Marktveränderungen anzupassen und schnell zu adaptieren.
- Reduzierung der Herstellkosten

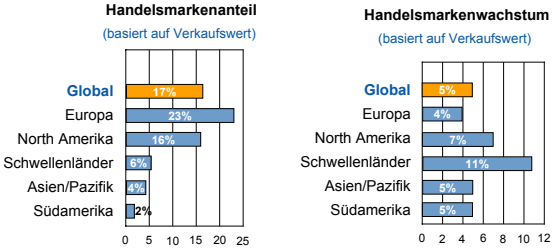
Flexibilität für den Point of Sales
3.0 Print buyer's- und Handelsmarkenentwicklung

Einzelhandel				Brand-Hersteller	
Einzelhandel	Umsatz ($ Mrd.)	Handels-Marke %	Handelsmarken-Umsatz ($ Mrd.)	Umsatz ($ Mrd.)	Brand owner
1. Wall-Mart (US)	316	40	126	75	1. Nestlé
2. Carrefour (F)	94	25	24	57	2. P&G
3. Metro Group (D)	73	35	26	47	3. J&J
4. Tesco (UK)	71	50	36	41	4. Unilever
5. Kroger(US)	61	24	15	33	5. Pepsico
6. Target Corp (US)	53	32	17	23	6. Coca Cola
7. Rewe (D)	51	25	13	18	7. L'Oréal
8. Aldi (D)	43	95	41	12	8. Colgate Palmo.
9. Schwarz Group (US)	43	65	28	9	9. Reckitt Benckiser

Quelle: M+M Planet Retail, 2006

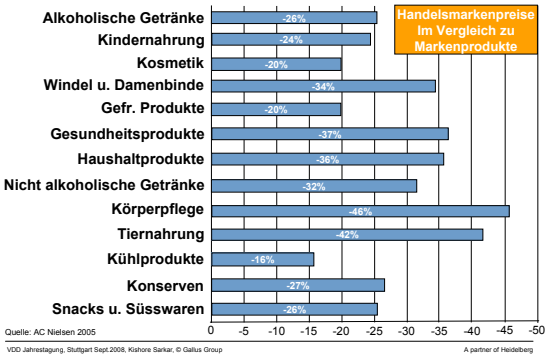
Flexibilität für den Point of Sales
3.0 Print buyer's- und Handelsmarkenentwicklung

Handelsmarkenentwicklung nach Region 2008



Quelle: M+M Planet Retail, 2006

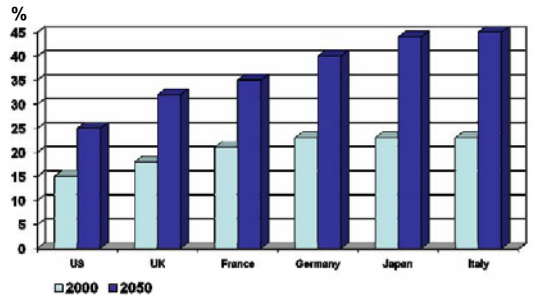
Flexibilität für den Point of Sales
3.0 Print buyer's- und Handelsmarkenentwicklung



Quelle: AC Nielsen 2005

Flexibilität für den Point of Sales
4.0 Verbraucherentwicklung

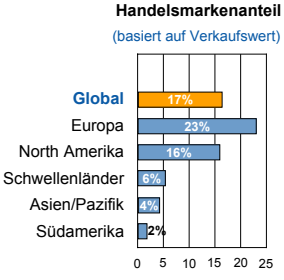
% Anteil von über 60 Jahre alte Menschen an Bevölkerung



Quelle: ECMA Kongress 2007

Flexibilität für den Point of Sales
3.0 Print buyer's- und Handelsmarkenentwicklung

Handelsmarkenentwicklung nach Region 2008



Quelle: M+M Planet Retail, 2006

Jürg Splitter
Graphic Division der Steinemann Technology AG in St. Gallen, Schweiz

Veredelung in der Verpackung; andere Länder, andere Sitten

Der Refernt leitete die Berechtigung über das oben genannte Thema zu sprechen davon ab, dass sein Unternehmen die ca. 50 pro Jahr ausgelieferten Maschinen fast zu 100% exportiert. 25% davon betreffen den Bereich Verpackung und Etiketten. Im letzten halben Jahr hat Steinemann Maschinen vor allem nach Schweden, Estland, Mexiko, Kanada, Belgien, Türkei, Russland, USA, Spanien, Frankreich, Slowenien, Korea und Ungarn geliefert. Man könne Steinemann als den eigentlichen Erfinder der UV-Lackierung auf Verpackungen ansehen. Angefangen habe dies mit Schallplattenhüllen im Jahre 1976. Seither baue man UV-Lackier-Anlagen und seit 1986 Hochleistungsmaschinen zum Laminieren von Bogen. Um sich auf das Referat vorzubereiten habe er eine Sitzung aller Fachleute in seinem Werk einberufen, um zu ergründen, wo die Unterschiede in den einzelnen Ländern liegen. Für die Länder Japan, Türkei, Mexiko, Spanien, Frankreich und Indien ergab sich dabei die einheitliche Antwort: Es muss glänzend und edel aussehen! In der Differenzierung brachte dies die Gruppe nicht weiter. Die geänderte Frage nach der Ausstattung der größten Steinemann-Kunden in den verschiedenen Ländern, ergab folgende Antworten:

Japan: CtP: Creo, Agfa; Druck: manroland, Heidelberg, KBA, Komori (meistens 6 + Lack); Planschneider: Polar; Veredelung: Steinemann, Bobst, Heiber und Schröder; Stanzen: Bobst; Faltschachtelklebung: Bobst.

Türkei: CtP: Creo, Agfa; Druck: manroland, Heidelberg, KBA, Komori (meistens 6 + Lack); Planschneider: Polar, Veredelung: Steinemann, Bobst, Heiber und Schröder; Stanzen Bobst; Faltschachtelklebung: Bobst.

Mexiko: CtP: Creo, Agfa; Druck: manroland, Heidelberg, KBA, Komori (mestens 6 + Lack); Planschneider: Polar; Veredelung: Steinemann, Bobst, Heiber und Schröder; Stanzen: Bobst; Faltschachtelklebung: Bobst.

Er überließ es seinen Zuhörern diese Aussagen auch auf die Länder Spanien, Frankreich und Indien zu extrapolieren.

Es herrschte Ratlosigkeit in der Gruppe bis man sich entschloss, einmal die weltweit vertriebenen Produkte selbst unter die Lupe zu nehmen. Man erkannte dabei, dass man es in den Märkten mit zwei völlig unterschiedlichen Produkt- und Qualitäts-Gruppen zu tun hat: den „global brands“ und den „local products“.
Bei den „global brands“ hatte die totale Globalisierung offensichtlich bereits stattgefunden, gekennzeichnet durch:

- Das Design der Produkte erfolgt zentral in der Marketingabteilung der Konzerne.
- Die Corporate Identity muss 100% gewahrt bleiben.
- Es werden Sicherheitsmerkmale eingesetzt.
- Die Qualität der Verpackung wird in sehr engen Toleranzen festgelegt.
- Die Druckereien sind industrialisiert und verwenden gleiche Prozesse und Maschinen.
- Indien produziert für Europa, Korea für USA, Osteuropa für Westeuropa etc.
- Green Printing (umweltfreundliches Drucken) gilt als Wettbewerbsvorteil.
- Die Produkte werden weltweit in standardisierter Aufmachung und in standardisierten Verkaufsläden (an weitgehend standardisierte Kunden?) verkauft.

Dabei werden die Klassiker der Veredelungsmöglichkeiten eingesetzt, die da sind: Matt- und Glanzlacke, Metallic-Farben, Heißfolien, Kaltfolien, UV-Lacke, Laminierungen unter und über dem Druck und so weiter.

Aber, es zeichnen sich jedes Jahr Trends ab, je nach dem, was die Druckmaschinenhersteller gerade entwickelt haben. Anfang bis Mitte der 1990er Jahre war es gewöhnlicher Wasserlack. Dann kamen die Doppellackeffekte mit UV, danach kam Hybrid-UV und voll UV und vor 3 Jahren kam die Kaltfolie hinzu. Die neuesten Trends sind haptische Effekte (Tastsinn), Mikroprägungen (Optik) oder Laminate aus Recyclinggründen auf Acetat-Basis. Die großen Kunden investieren in diese Technologien, bieten dies den Global Players mit dem Resultat an, dass alle wieder das Gleiche gestalten und produzieren. Diese Erkenntnis, wenn auch nicht ganz neu, war zumindest ein erster Schritt auf der Suche nach regionalen Unterschieden.

Denn ganz anders schien die Sache bei den „local products“ auszusehen. Die Vielfalt an Design und vor allem an unterschiedlicher Qualität lässt sich kaum übertreffen. Da sind:

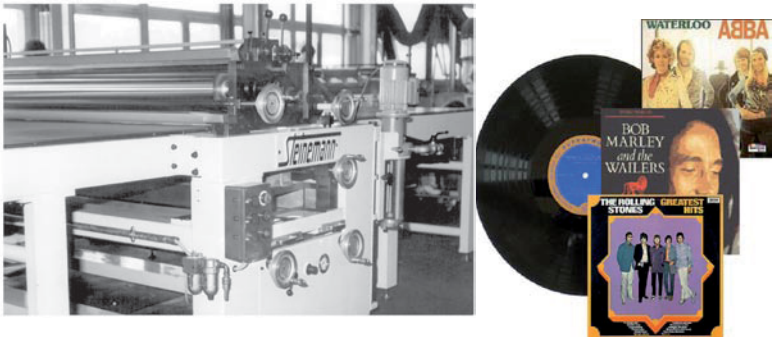
die einigermaßen Brauchbaren,
die mit Registerfehlern von +/- 1 mm
die mit der lackierten Orangenhaut,
die mit den aufgeplatzten Klebelaschen
oder die, die sich von selbst de-laminierten.
Nach weiteren Nachforschungen stellte sich heraus, dass sich eine große Zahl dieser Betriebe durch folgende Merkmale „auszeichneten “:

- Hinterhofbetriebe.
- Büro gleich Lager, Arbeitsplatz, Essensraum, Kinderhort und Hundezwinger.
- Keine Marken-Maschinen im Einsatz.
- Viel Handarbeit.
- Heiß, dunkel, feucht.
- Null Umweltbewusstsein.
- Billig, billig, billig.
- Kein Geld für Investitionen.

So hatten wir am Ende doch andere Länder, andere Sitten herausgefunden – eine Fülle von unterschiedlichen Ausprägungen. Da wird in Indien auf Teufel komm’ raus laminiert und alles mit Goldfolie versehen. Japan kennt keine Grenzen bei Glanz – zwei-, drei- und viermal kalandriert ist keine Ausnahme. In Mexiko läuft alles off-line. In der Türkei erhält alles ein Fenster mit Heißfolie und in Korea prägt man alles was Verpackung heißt. Das ist der lokale Markt – ein Markt, dessen Vielfalt sich nicht unbedingt an Trends orientiert, sondern an den Verfahren die lokal zur Verfügung stehen. Aber er existiert und ist wahrscheinlich bunter als der Einheitsbrei der „global brands“. Mit dieser Erkenntnis und dem Wunsch, die Welt bunt und abwechslungsreich zu gestalten und sich vom Einheitskleid der Globalisierung abzuheben, entließ Herr Splitter seine Zuhörer in die Nachdenklichkeit und der Empfehlung, diese Welt der „local products“ in die Produktplanung der Druckmaschinenhersteller mit einzubeziehen.

steinemann

UV Lackveredelung 1976



Prof. Dr.-Ing.
Ulrike Herzau-Gerhardt,
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH), Fachbereich Medien
Druckverfahrenstechnik -

Möglichkeiten und Grenzen im Verpackungsdruck

Die Herstellung von Verpackungen ist von einer Vielzahl von Prozessschritten geprägt, die je nach Konstruktion, Material und Packgut variieren. In der Regel laufen die Prozesse an un-terschiedlichen Standorten ab, wobei bereits Teilprozesse miteinander verkettet sind und eine Inlinefertigung ermöglichen.

Versteht man das Bedrucken von Verpackungen als einen Prozessschritt in der Herstellung von Verpackungen, dann ist eine möglichst genaue Kenntnis der Verfahrenstechnik des Druckprozesses für das Gesamtergebnis von großer Wichtigkeit. Der vorliegende Beitrag versucht eine Analyse der Einflussgrößen, die für das Bedrucken von Verpackungen auch im Vergleich mit anderen Anwendungen in der grafischen Technik von Bedeutung sind.

Mit dem Begriff „Druckverfahrenstechnik“ ist eine Beschreibung der Methodik der Erklärung der Prozesse in einer Druckmaschine gemeint. Um die Besonderheiten des Verpackungs-druckes zu charakterisieren, wird zunächst der Druckprozess im allgemeinen hinsichtlich seiner technischen Aufgabenstellung definiert. Die klassische Erklärung des Druckprozesses beruht auf der Theorie der Informationsübertragung, die mittels Druckfarbe von einem Infor-mationsträger auf einen Bedruckstoff erfolgt. Im Unterschied dazu geht die verfahrenstech-nische Definition jedoch von einem Beschichtungsvorgang aus.

Das Beschichten ist eine der so genannten Grundoperationen, die eine Klassifikation aller in der Fertigungs- bzw. Verarbeitungstechnik ablaufenden Prozesse ermöglichen. Dazu zählen neben dem Beschichten die Grundoperationen des Ur- und Umformens, des Fügens, des Trennens und des Stoffeigenschaftsänderns. Für das Beschichten werden wiederum Basis-operationen unterschieden (Beschichtung aus der flüssigen Phase, Beschichtung aus dem pulverförmigen Zustand usw.). Zum Beschichten aus dem flüssigen Zustand zählen solche Verfahren wie Walzenbeschichtung, Düsenbeschichtung und Rakelbeschichtung, die sowohl bei der Farb- und Feuchtmittelübertragung als auch beim Lackauftrag in Druckmaschinen stattfinden. Das Beschichten aus dem pulverförmigen Zustand ist kennzeichnend für die Übertragung von Feststofftonern in Digitaldruckmaschinen. Auch die Beschreibung der Trocknungs- bzw. Härtungsvorgänge in Druckmaschinen kann auf solchen Basisoperationen aufbauen.

Im Ergebnis der auf der Basis der grundlegenden Wirkprinzipe vorgenommenen Unter-suchungen zum Farbtransport in der Druckmaschine werden Modellansätze für die Beschreibung des Zusammenhanges der Zielgröße „Farbschichtdicke auf dem Bedruckstoff“ in Abhängigkeit von den in der Druckmaschine wirkenden Einflussgrößen entwickelt und dadurch Möglichkeiten der Vorhersage des erreichbaren Druckergebnisses abgeleitet. Die Komplexität der Einflussgrößen im Druckprozess erlaubt jedoch gegenwärtig keine vollständige theoretische Beschreibung dieses Zusammenhanges. In der Druckverfahrens-technik ist aus diesem Grund die experimentelle Analyse und die daraus gewonnene statistisch gesicherte Bewertung von verfahrenstechnischen Zusammenhängen eine bewährte Methodik zur Erklärung der Phänomene des Farbtransportes in der Druckmaschine.

Merkmale des Verpackungsdruckes

Druckverfahren	Besonderheiten
Offsetdruck	Sehr gutes Verhältnis von Druckqualität zu Kosten
Flexodruck	Gute bis sehr gute Druckqualität auf einer Vielfalt von Werkstoffen
Tiefdruck	Hervorragende Druckqualität bei hoher Wirtschaftlichkeit in großen Auflagen
Siebdruck	Extreme Formate mit deckenden Druckfarben
Digitaldruck	Kostengünstige Kleinauflagen mit variablen Daten
Tampondruck	Wiedergabe feiner Strukturen auf geometrisch schwierigen Oberflächen
Letterset, Buchdruck	Gute Druckqualität auf Rotationskörpern

Dr.-Ing. Rainer Opferkuch
HUBER Packaging Group

Innovativer Blechdruck für hochwertige Metallverpackungen

Dr.-Ing. Rainer Opferkuch, vielen noch als Vorstandsmitglied von MAN Roland in Offenbach bekannt, sprach als Vorsitzender der Geschäftsführung der Huber Packaging Group GmbH & Co. KG in Öhringen zu dem oben genannten Thema. Die Huber-Group unterteilt sich in die drei Bereiche Industrial, Beverages und Decorative. Der Umsatz belief sich in 2007 auf 190 Mio. Euro, wovon 64% auf Industrial, 24% auf Beverages und 12% auf Decorative entfielen. Das Unternehmen wurde 1871 von dem Flaschner Karl Huber gegründet und produziert heute mit 1300 Mitarbeitern in 10 Werken, die über Deutschland, Österreich und Ungarn verteilt sind. Sitz des Unternehmens ist Öhringen im Hohenloherland östlich von Heilbronn.

Im Geschäftsbereich Industrial stellt Huber Verpackungen aus Weißblech für die Industrie her, vom Kleinstgebinde mit 50 ml Inhalt bis zum Großgebinde mit 33 l. Eines der bekanntesten Produkte des Unternehmens im Bereich Beverages ist ein 5 Liter fassendes Bierfass mit eingebautem Zapfhahn, genannt „Partyfass“. Zur Produktion dieses Fasses wurde 1999 in Öhringen ein weiteres Werk errichtet, das 2006 erweitert wurde. Huber produziert jährlich über 14 Mio. Partyfässer, die von zahlreichen europäischen Brauereien abgenommen werden. Huber ist Weltmarktführer auf diesem Marktsegment. Der Geschäftsbereich Decorative entwickelt und produziert individuelle Verpackungen für Parfums, Süßigkeiten und andres, so genannte Schmuckdosen. Eine solche Schmuckdose mit Inhalt (Tee und Duftstoffe) ließ Dr. Opferkuch jedem Tagungsteilnehmer auf seinen Platz stellen. In eindrucksvollen Schaubildern erklärte Dr. Opferkuch den Produktionsablauf von der Weißblechrolle zur Blechtafel bis zum fertigen und bedruckten Gebinde. Es wird sowohl mit Heißluft-Dreikammer-Trocknern (lösemittelhaltige Farben und Lacke mit Feststoffgehalt von 35-70%) als auch mit UV-Härtung (Polymerisation) gearbeitet. Der vorher aufgetragene Lack dient dabei als Schmiermittel beim Umformprozess. Der Fabrikationsprozess beginnt bei der Vorstufe, geht über zum Druck der Blechtafeln (Halbteilefertigung) und zur Zuschneiderei. Am Ende steht der Zusammenbau mit Auffalzen, Bördeln, Rollen und Schweißen. Besonders aufwendig in der Fabrikation sind die Produkte mit Mehrschichtenaufbau. Ein Kostenvergleich von 1000 Tafeln Weißblech zu 1000 Faltschachtelkartons bringt zwar den Faltschachtelkarton mit 0,30 Euro-Cent gegenüber der Weißblechtafel mit 1,50 Euro in Vorteil, doch muss man den vielfältigen Mehrwert, die Hochwertigkeit dabei berücksichtigen.

Was den Druck anbelangt, so werden modifizierte Bogenoffsetdruckmaschinen eingesetzt. Das betrifft insbesondere die Spezialgreifer und Trapezräder. Auch größere Auslagen mit Bandtransport sind nötig. Bei den Lackierwerken sind es vier Gruppen: der Lackübertrag mit einem Zweiwalzensystem, der Tafeleinlauf, die thermische Trocknung mit anschließender Kühlung und schließlich das Abstapeln der Tafeln. Wenn man hier noch einmal den Prozess bei der Faltschachtel gegenüber den Weißblechverpackungen gegenüber stellt, so wird man feststellen, dass es bei der Faltschachtelherstellung nur einen Maschinendurchgang mit 7 Stufen braucht, während bei der Weißblechverpackung noch 5 Lackdurchgänge und ein Druckgang hinzu kommen, es also 12 Stufen sind.

Bei den Lackarten unterscheidet man: die Standardlacke (Weiß/Bunt-Lackierung, Goldlackierung), die Funktionslacke (Führungsschutz, Schmierung bei Umformprozess) und die Spezial-/ Optischen Lacke (Raueffekt, Matt/Glanz-Effekt, Alueffekt, Dufteffekt, Glimmereffekt, Soft Touch-Effekt). Der innovative Blechdruck zeichnet sich aus durch die Hochwertigkeit des Weißbleches, dass man damit auch kleine Produkte hochwertig präsentieren kann, Lederoptik erzeugen kann (wie beim Martell-Zylinder) und einen besonderen Lifestyle wie bei dem Produkt „Nespresso“ vermitteln kann.

Das von Huber besonders geförderte Partyfass (Trend, Spaß zu haben, gemeinsam zu feiern) zeichnet sich durch eine Druckdichtheit bis 6 bar aus, ist dicht auch gegen Licht und Sauerstoff, ist unzerbrechlich und stabil, bietet eine große Werbefläche, vermeidet durch Innenlackierung einen Metallkontakt des Füllgutes, lässt sich einfach und sicher handhaben, ist transport- und lagersicher und ist eine pfandfreie Einwegverpackung mit einfachem Recycling. Der Füllstopfen ist mit

einer Berstsicherung versehen, die Druckreglereinheit arbeitet mit einer Kohlensäurepatrone und der Zapfhahn besitzt eine Schaumdrossel.
Dr. Opferkuch wagte zum Schluss einen Ausblick und fasste diesen in die folgenden 5 Sätze:
Digitalproof/Digitaldruck zeigen gute Ergebnisse, doch braucht es verbesserte Tinten.

1. Anteil der UV-Lackierung wird durch radikalische UV-Lacke steigen.
2. Ersatz der Lackierung durch Folienbeschichtung scheint möglich.
3. Auftragslose wird weiter sinken, was kürzere Rüstzeiten erforderlich macht.
4. Anteil Spezialapplikationen wird steigen (Fälschungssicherheit, thermochrome Farben).

Dr.-Ing. Engelbert Muth feierte seinen 80. Geburtstag

Am 21. Dezember 2008 feierte Dr.-Ing. Engelbert Muth, Vorsitzender des VDD in den Jahren 1980 bis 1987, seinen 80. Geburtstag. Zu diesem runden und besonderen Geburts tag hat der VDD Vorstand im Namen der Mitglieder herzlich gratuliert.

Engelbert Muth begann 1948 an der Technischen Hochschule Darmstadt das Studium des Allgemeinen Maschinenbaus, das er am 1.Dezember 1953 mit der Graduierung zum Diplom-Ingenieur erfolgreich beendete.

1954 trat Dr. Muth als Konstrukteur bei der Schnellpressenfabrik Koenig & Bauer AG, Würzburg, ein und wurde bereits 1959 zum Oberingenieur und Leiter der neu errichteten Entwicklungsabteilung ernannt.

Parallel zu dieser beruflichen Tätigkeit arbeitete Engelbert Muth an seiner Promotionsarbeit, wofür ihm am 5. Juli 1965 als externem Doktorand der Titel des Dr.-Ingenieur der TH Darmstadt verliehen worden ist.

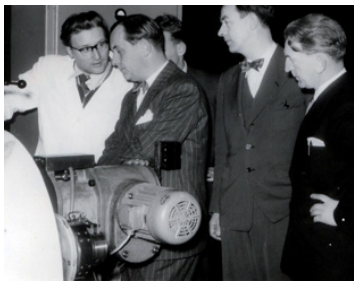
Die weiteren Stationen im Hause von Koenig & Bauer waren:

1965, Erteilung der Handlungsvollmacht,
1967 Ernennung zum Prokuristen,
1969 Ernennung zum Leiter der Konstruktionsbüros,
1972 Ernennung zum Direktor des Bereichs Konstruktion,
1978 Ernennung zum Betriebsdirektor des Werk III der Koenig & Bauer AG in Trennfeld in der Nähe von Würzburg und
1982 Ernennung zum Direktor Bereich Service.

1989 bis 1993 gehörte Dr. Muth als Vertreter der Leitenden Angestellten dem Aufsichtsrat der Koenig & Bauer AG an.

Am 31.Dezember 1993 trat Dr. Muth nach nahezu 40-jähriger Tätigkeit für die KBA in den wohlverdienten Ruhestand.

Neben der beruflichen Tätigkeit vertrat Dr. Engelbert Muth die Interessen des deutschen Druckmaschinenbaus und der Koenig & Bauer AG in verschiedenen Verbänden und Gremien.



Dipl.-Ing. Engelbert Muth als junger Ingenieur als diese noch weiße Kittel trugen

Zu nennen sind hier:

1970 - 1993 Mitglied im Technischen Beirat der Forschungsgesellschaft Druckmaschinen , Frankfurt,

1971 - 1993 Mitglied des Rotary Press Comittee der ifra, Darmstadt,

1978 - 1980 Mitglied der Fachrichtungskommission Maschinenbau des Bayerischen Kultusministeriums für die Rahmenstudienordnung der Bayerischen Hochschulen und

1987-1988 Mitglied der Fachrichtungskommission Maschinenbau des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst für die Rahmenstudienordnung der Bayerischen Fachhochschulen

Besonders erwähnenswert ist das Engagement in zahlreichen gemeinnützigen öffentlichen Ämtern, die Dr. Muth in katholischen Verbänden, Organisationen, Initiativen und Institutionen begleitete. Bereits vor Beginn seines Studiums war Engelbert Muth Dekanatsjugendführer und führte von 1951 - 1952 als Leiter den ND-Hochschulring auf Bundesebene. Neben zahlreichen ehrenamtlichen Ämtern im Bistum und der Diözese Würzburg, gehörte er insbesondere von 1982 bis zum Jahre 1998 als Mitglied dem Zentralkomitee der Deutschen Katholiken an und war von 1986 bis 1998 Mitglied des Landeskomitees der Katholiken in Bayern.

Der VDD ist stolz auf unser Mitglied Dr.-Ing. Engelbert Muth und wünscht ihm in Dankbarkeit von Herzen noch viele Jahre den Ruhestand im Kreise seiner Familie, Enkeln und Urenkeln geniessen zu können.

Hohe Auszeichnung für Helmut Böhme, 1971 bis 1995 Präsidenten der Technischen Universität Darmstadt

Am 22. Dezember 2008 überreichte der Oberbürgermeister der Stadt Darmstadt, Walter Hoffmann, im hessischen Staatsarchiv Darmstadt im Auftrag des Präsidenten der Bundesrepublik Deutschland, Horst Köhler, Herrn Professor. Dr. Dr. h.c. mult. Helmut Böhme das Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland.

In seiner Laudatio stellt der Oberbürgermeister fest: „Helmut Böhme hat sich in vielfältiger Weise für das Gemeinwohl engagiert, seine akademischen Verbindungen setzte er unter anderem für bedürftige Studierende, auch im Ausland, ein. Er hat sich auf wissenschaftlichem, kulturellem und sozialem Gebiet unter Zurückstellung seines Privatlebens und völlig uneigennützig über seine beruflichen Pflichten hinaus ehrenamtlich engagiert. Sein beispielgebendes Wirken wird durch die Verleihung des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland gewürdigt“.

Nach dem Abitur studierte der 1936 geborene Helmut Böhme 1955 bis 1959 Geschichte in Tübingen und Hamburg, promovierte 1964 und habilitiert 1968 sich in Hamburg. 1969 wurde Böhme zum ordentlichen Professor an die Technische Hochschule (TH) Darmstadt im Fach Neuere Geschichte berufen und 1980 auch im Fach Architektur für Städtebau und Siedlungswesen. Von 1971 bis 1995 war er Präsident der damaligen TH Darmstadt und überführte die Technische Hochschule in einem liberalen Geist in die heutige Technische Universität Darmstadt. Von 1995 bis 2004 lehrte Böhme als ordentlicher Professor für Geschichte und Städtebau am Fachbereich 15 der TU Darmstadt.

In seiner Zeit als TH-Präsident knüpfte Helmut Böhme ab 1972 internationale Kooperationsnetze mit führenden ausländischen Technischen Universitäten, wie z.B. mit Bukarest, Warschau, Sofia, Prag und Pressburg, Tallira und Sankt Petersburg. Dabei hat Böhme insbesondere die Technischen Universität (TU) Sofia nach der Wende persönlich unterstützt.

Ein besonderes Anliegen von Prof. Böhme war der Aufbau des Museums für Industriekultur in Darmstadt, das sich mit dem Schwerpunkt des technischen Wandels im Bereich Druck und Papier befasst. Gemeinsam mit Spenden der deutschen Druckmaschinenindustrie und der Stadt Darmstadt ist dieses Museum als lebendiges Museum konzipiert, das auch heute noch in der Lage ist, nach dem bleibasierten gutenberg´schen Hochdruckverfahren zu produzieren.

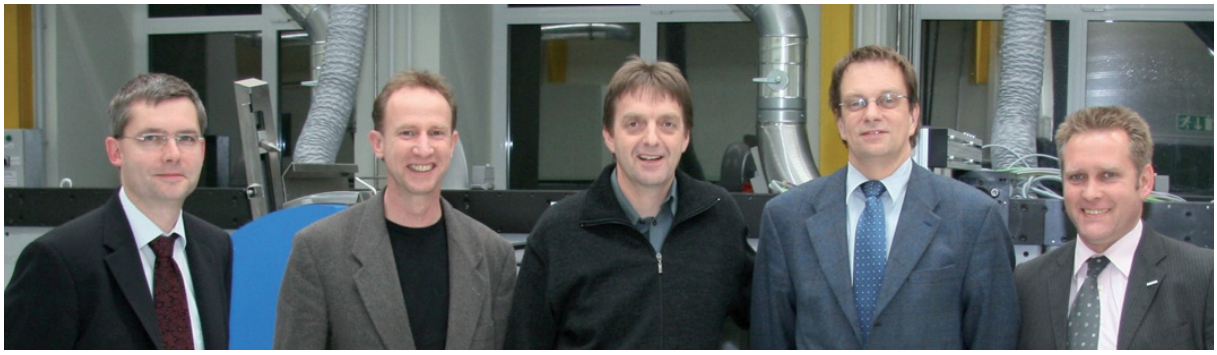
Die Kontakte des deutschen Druckmaschinenbaus über die Forschungsgesellschaft Druckmaschinen e.V. (FGD) und des Vereins Deutscher Druckingenieure e.V. (VDD), waren über Jahrzehnte intensiv und vertrauensvoll. Bereits zum 25-jährigen Jubiläum im Jahre 1980 hatte Prof. Böhme in seiner Jubiläumsansprache zum Thema „Kann man aus der Geschichte der Technik lernen“ die Schlussfolgerung gezogen, dass Forschung und Lehre nicht nur mit bloßem Wachstum geregelt werden kann.

Die große Affinität von Prof. Böhme zu Druck und Papier gipfelten in seinem Festvortrag zum 50-jährigen Jubiläum der FGD und des VDD zum Thema „Drucktechnik und Kommunikation. Die technische und mentale Bedingung sozialen und kulturellen Wandels“. Mit diesem Vortrag postulierte Helmut Böhme die These, dass die „Drucktechnik“ in allen Weiterungen und Verästelungen nach wie vor der Kern der aller menschlichen Kommunikation ist und bleibt.

Neue Mitglierder

Anlässlich der Mitgliederversammlung am 25. September 2008 in Stuttgart begrüßte der Vorstand fünf neue Mitglieder. Von links: Dr. Felix Berg (VDD Vorsitzender), Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam (Schriftführer), Dr. Karl Schaschek (2. Vorsitzender), Dipl.-Ing. Dirk Völlmecke, Dipl.-Ing. Joachim Sonnenschein (Kassenwart), Dr.-Ing. Markus Messer, Dipl.-Ing. Michael Desch, Prof. Dr. Martin Dreher, Dipl.-Ing. Karlheinz Mohn (2. Vorsitzender)

Der Vorstand 2008 - 2010



Bei der konstituierenden Vorstandssitzung am 9. November wurde der neue Vorsitzende gewählt und die weiteren Vorstandsfunktionen festgelegt. Von Links: Dipl.-Ing. Roger Starke, Zweiter Vorsitzender, Dr. Karl Schaschek, Schriftführer, Prof. Dr.-Ing. Edgar Dörsam, Vorsitzender, Dipl.-Ing. Joachim Sonnenschein, Kassenwart. Dipl.-Ing. Karlheinz Mohn, Zweiter VDD-Vorsitzender.

Eine Reise auf den Spuren Friedrich II, dem Mann aus Apulien
Trullis, Masserias, Castellos und Ölmühlen

Die Teilnehmer v.l.: Dr.h.c. Siegbert Holderried, Prof. Dr. Christoph Hars, Bärbel Mack, Brigitte Fritsch, Prof. Dr, Klaus Fritsch, Gerhard Dörner, Prof. Eberhard Herrmann, Dr. Friedrich Dolezalek, Cornelly Holderried, Klaus Todenhöfer, Hannelore Todenhöfer, Claus Simeth, Sylvia Dussmann, Wolfgang Mack, Sascha Wagensommer, Christl Dolezalek, Lilo Laubscher

Frohgemut und erwartungsvoll trafen sich am 28. April 2009, einem regnerischen Dienstag, 16 Teilnehmer zu der lange angekündigten VDD-Reise in das Stauferland Apulien, am Stiefelabsatz des italienischen Archipels. Vorbei an unendlichen Olivenhainen, angeblich steht für jeden Bewohner Apuliens ein Baum, hatte man zunächst den Eindruck, in einer Meerestiefebene angelangt zu sein, in der mit Pumpen und Kanälen der Grundwasserspiegel vom Brackwasser gesengt wird. Doch bereits auf der dreistündigen Busfahrt vom Flughafen in Richtung Südost zu unserem ersten Hotelstandort bei Manfredonia erfahren wir von unserem Reiseleiter Sascha, der in Apulien geboren ist und in Deutschland Geologie studiert hat, die geologische Gliederung Apuliens. Die fruchtbare Küstenebene wird im Norden durch das Mittelgebirge des Promotrio de Gargano begrenzt, dessen höchste Erhebung mit 1055 m der Monte Calvo ist –und dort kann die Temperatur schon einmal im Winter bis zu minus 10 Grad sinken. Der Tavoliere bildet mit den Tafelbergen von Foggia, die bis zu 400 m hoch sind und eine Fläche von 30 mal 80 km einnehmen, die größte Ebene Italiens. In reizvollem Kontrast hierzu schließt sich die zwischen den beiden Küsten eingezwängte Hügelkette der Murge (von Sascha gesprochen: Murrrga) an, die mit unendlichen Olivenhainen, Mandelbäumen und Weinfeldern gesegnet ist. Der bekannteste Wein der Region, der uns auf unserer gesamten Reise begleitete, ist der tiefdunkle, würzige und alkoholreiche Rotwein „Primitivo“. Der Name Primitivo stammt wegen der frühen Reife der Trauben von „primo“ (der Erste) ab. Der Primitivo-Wein ist nach heutigen Erkenntnissen identisch mit dem kalifornischen Zinfandel.

Ein zentrales Thema war natürlich die Geschichte rund und um den deutschen Stauferkaiser Friedrich II. (1194-1250), der im Jahre 1198 nach dem Tod der Mutter im Alter von drei Jahren zum König von Sizilien gewählt worden war. In Lucera

sind die Überreste der Stauferburg zu sehen, in die Friedrich II. seine sizilianische Sarazenen umsiedelte und damit eine blühende muslemische Stadt schuf.

Im Jahre 1300 wurde diese Burg von dem von den Päpsten unterstützen Franzosen Karl von Anjou zerstört und die Sarazenen vertrieben.

Der Höhepunkt der Reise war die Besichtigung des Wahrzeichens Apuliens, dem Castello del Monte. Das architektonische Meisterwerk wird auch als er „Nabel der Welt“ bezeichnet. An den Ecken des oktogonalen Baus stehen Türme mit ebenfalls achteckigem Grundriss. Noch heute wird über Sinn, Zweck und Funktion des Bauwerks spekuliert und es ist nicht sicher, ob Friedrich II. je in diesem Schloss residierte. Das Bauwerk ist „Kult“ und zählt zum Schatz des Weltkulturerbes

Das Programm der Reise war voll gepackt mit historischen Sehenswürdigkeiten wie den romanischen Kathedralen von Canosa, Trani, Bari, Ostuni, den Barockkirchen von Lecce und den aus der Stauferzeit entstandenen Castellos. Daneben wird der Walfahrtsort Monte San’Angelo den Teilnehmern der Reisegruppe besonders in Erinnerung bleiben, da der Empfang dort mit Blitz und Donner erfolgte und somit die Erscheinung des Erzengels Michael verdeutlichte. Besonders erwähnenswert ist noch der zweite Hotelstandort in der Nähe von Alberobello: Im historischen Zentrum stehen rund 1.000 Trullis. Es handelt sich um fremdartige Rundbauten aus Natursteinen mit kegelförmigen Dächern, deren Ursprung auf die Syrer zurückgehen soll, und die zunächst zur Unterbringung von Vieh und Geräten dienten und erst später zu Wohnzwecken erweitert wurden.

Es würde hier zu weit führen, alle besichtigten Sehenswürdigkeiten zu beschreiben. Die Chronistin der VDD-Reisen, Frau Brigitte Fritsch, hat eine Langfassung der Reise erstellt, die von der VDD-Homepage im Internet unter www.vdd-net.de von jedem, der sich für diesen von Gott gesegneten Stiefelabsatz interessiert, herunter geladen werden kann.

Insgesamt verlief die Reise in großer Harmonie und die Teilnehmer wurden bei Picknicks, in Masserias, Ölmühlen und auch in den Hotels mit Antipasti, Pasta, Oriecciete (Nudelöhrchen), Risotto, Muscheln und diversen Fischen kulinarisch verwöhnt, wobei gerne - wie versprochen - auf die zu Hause geblieben VDD-Mitglieder angestoßen wurde.

Das Castel Monte - Der Nabel der Welt

Gesund, munter, froh - aber etwas müde - endete die Reise am 8. Mai 2009. Einigkeit bestand darin, dass Apulien eine Reise wert ist und nur jedem, der sich für die Geschichte der Staufer interessiert und den Absatz des Stiefels von Bella Italia noch nicht kennt, eine Reise dorthin empfohlen wird.

Als nächste Reise wird für das Frühjahr 2010 ein Besuch in Jordanien angedacht. Weitere Einzelheiten werden im Newsletter mitgeteilt.